

TUGAS AKHIR - KS 141501

**IMPLEMENTASI METODE FORENSIK SUARA
PRIA MENGGUNAKAN TEKNIK VOICE
RECOGNIZE UNTUK ANALISIS KEMIRIPAN
SUARA PADA MEDIA ALAT REKAM
TELEPON SELULAR**

**Hasbi Septiansyah
NRP 5211.100.124**

**Dosen Pembimbing
Bekti Cahyo Hidayanto S.Si., M.Kom.**

**JURUSAN SISTEM INFORMASI
Fakultas Teknologi Informasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015**

FINAL PROJECT - KS 141501

**THE IMPLEMENTATION OF FORENSIC
METHOD ON MEN USING VOICE
RECGNITION TECHNIQUE TO ANALYZE
VOICE RESEMBLANCE TOWARDS MOBILE
PHONE'S VOICE RECORDER**

Hasbi Septiansyah
NRP 5211 100 124

Supervisor
Bekti Cahyo Hidayanto S.Si., M.Kom.

INFORMATION SYSTEMS DEPARTMENT
Information Technology Faculty
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015

LEMBAR PENGESAHAN

IMPLEMENTASI METODE FORENSIK SUARA PRIA MENGGUNAKAN TEKNIK VOICE RECOGNIZE UNTUK ANALISIS KEMIRIPAN SUARA PADA MEDIA ALAT REKAM TELEPON SELULAR

TUGAS AKHIR

Disusun untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer
pada

Jurusan Sistem Informasi
Fakultas Teknologi Informasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

HASBI SEPTIANSYAH

5211 100 124

Surabaya, Juli 2015

**KETUA
JURUSAN SISTEM INFORMASI**



Dr. Eng. Febrilyan Simopa, S.Kom, M.Kom
NIP 19730219 199802 1 001

**IMPLEMENTASI METODE FORENSIK SUARA
PRIA MENGGUNAKAN TEKNIK VOICE
RECOGNIZE UNTUK ANALISIS KEMIRIPAN
SUARA PADA MEDIA ALAT REKAM TELEPON
SELULAR**

TUGAS AKHIR

Disusun untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer
pada

Jurusan Sistem Informasi
Fakultas Teknologi Informasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

HASBI SEPTIANSYAH

5211 100 124

Disetujui Tim Penguji : Tanggal Ujian : 14 Juli 2015
Periode Wisuda : September 2015

Bekti Cahyo Hidayanto, S.Si., M.Kom. (Pembimbing 1)

Sholiq, S.T, M.Kom, M.SA

(Penguji 1)

Anisah Herdiyanti, S.Kom., M.Sc.

(Penguji 2)

IMPLEMENTASI METODE FORENSIK SUARA PRIA MENGUNAKAN TEKNIK *VOICE RECOGNIZE* UNTUK ANALISIS KEMIRIPAN SUARA PADA MEDIA ALAT REKAM TELEPON SELULAR

Nama Mahasiswa : Hasbi Septiansyah
NRP : 5211 100 124
Jurusan : Sistem Informasi FTIF-ITS
Dosen Pembimbing 1 : Bakti Cahyo Hidayanto S.Si, M.Kom.

ABSTRAK

Pada kasus-kasus tertentu, rekaman suara pembicaraan merupakan barang bukti digital yang memiliki peranan sangat penting untuk memberikan fakta-fakta yang diperlukan dalam proses penyidikan dan juga menunjukkan keterlibatan seseorang dengan kasus yang sedang di investigasi. Tahun 2009 Mabes Polri melaporkan sebanyak 278.537 orang pelaku tindak pidana, sebanyak 270.844 orang (97,2%) adalah laki-laki dan 7.683 orang lainnya (2,8%) adalah perempuan. Diperkirakan periode 2009-2014 sebanyak >85% pelaku tindak kriminalitas masih di dominasi oleh laki-laki.

Bukti rekaman suara dapat menunjukkan identitas dari orang yang suaranya terekam pada barang bukti tersebut dengan cara melakukan pemeriksaan forensika audio untuk voice recognition dengan metode komparasi, yaitu membandingkan suara barang bukti dengan suara yang direkam sebagai pembanding. Teori voice recognition tersebut menganalisis statistik pitch, formant, bandwidth dan spectrogram. Jika hasil voice recognition menunjukkan bahwa suara percakapan yang ada di dalam barang bukti sama identik dengan suara pelaku, maka dapat disimpulkan bahwa suara percakapan yang ada di dalam rekaman barang bukti adalah suara milik pelaku sehingga alat

rekam suara tersebut dapat digunakan sebagai bukti yang kuat di pengadilan.

Hasil dari penerapan teknik forensika digital dalam penelitian eksperimen menggunakan bantuan aplikasi Praat adalah untuk menentukan kemiripan suara subjek dengan barang bukti berdasarkan hasil Pitch, Formant dan Spectrogram.

Kata kunci: Forensika digital, audio forensic, voice recognition, suara pria.

**THE IMPLEMENTATION OF FORENSIC METHOD
ON MEN USING VOICE RECOGNITION TECHNIQUE
TO ANALYZE VOICE RESEMBLANCE TOWARDS
MOBILE PHONE'S VOICE RECORDER**

Name	: Hasbi Septiansyah
NRP	: 5211 100 124
Department	: Information Systems FTIF -ITS
Supervisor 1	: Bkti Cahyo Hidayanto S.Si, M.Kom.

ABSTRACT

In the specific cases, the recording of conversations is a digital evidence which has a very important role to provide the necessary facts in the trial process and also indicate the involvement of a person within a case that is being investigated. In 2009 as many as 278 537 the perpetrators of criminal acts which reported by Police Headquarters, which there are 270 844 people (97.2%) were male and 7683 others (2.8%) were women. It is estimated that 2009-2014 period, >85% the perpetrators of crime would still dominated by men.

Evidence of the sound recording can show the identity of the person whose voice is recorded on the evidence by carrying out of checks audio forensics for voice recognition by comparative method, which compares the sound of the evidence (unknown samples) with a recorded sound as a comparison (known samples). The voice recognition theory statistical analyzes pitch, formant, bandwidth and spectrogram. If the voice recognition results indicate that the voice conversation in evidence similar with voice actors, it can be concluded that the voice conversation in the recording of evidence is the voice of the perpetrator so that the voice recorder can be used as strong evidence in court ,

The result of applying the application of digital forensics techniques in research experiments which use Praat application assistance is for determine which actors has the resemblance voice with the evidence based on the result of Pitch, Formant, and Spectrogram.

Keywords: Forensic Digital, Audio Foernsic, Voice Recognition, Man's voice

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah terucap atas segala petunjuk, pertolongan, kasih sayang dan kekuatan yang diberikan oleh Allah SWT. Hanya karena ridho-Nya, peneliti dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir, dengan judul :

**Implementasi Metode Forensik Suara Pria menggunakan
Teknik *Voice Recognize* Untuk Analisis Kemiripan Suara
Pada Media Alat Rekam Telepon Selular**

Tugas Akhir ini dibuat dalam rangka menyelesaikan gelar sarjana di Jurusan Sistem Informasi Fakultas Teknologi Informasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Pada kesempatan ini, saya ingin menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, bimbingan, arahan, bantuan, dan semangat dalam menyelesaikan tugas akhir ini, yaitu kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karuniaNya sehingga penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir tepat waktu.
2. Orang tua penulis yang telah mendoakan dan senantiasa mendukung penulis serta adik tercinta yang selalu memberikan dukungan, semoga buku TA ini dapat memberikan inspirasi dan semangat dalam menyelesaikan masa studi di Teknik Lingkungan ITS.
3. Bapak Bakti Cahyo Hidayanto selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu dan tenaga untuk mendukung dan membimbing penulis dalam penyelesaian tugas akhir.
4. Bapak Nisfu Asrul Sani dan Bapak Arif Wibisono selaku dosen wali yang telah memberikan semangat dan arahan selama penulis menempuh perkuliahan dan penelitian tugas akhir.
5. Bapak Hermono selaku admin laboratorium PPSI yang senantiasa membantu segala administrasi dan menghibur penulis selama penyelesaian tugas akhir.

6. Ayu Nastiti, Dina Tri, M. Muhaimin, Rizal Aditya, Stephen, M.Aditya, Sebastianus Bara, Hanggara Mario, Terima kasih atas waktu, tenaga dan bantuan teknis maupun non teknis untuk membantu penulis dalam penyelesaian buku tugas akhir
7. Teman teman Mk 56, Genji, DCC, ExBajoel Tech Racing, Tomcat Racing, Sisfor Basketball Team, WB Crew, FOXIS, BASILISK, dan SOLA12IS, terima kasih atas pengertian, dukungan dan kebersamaan yang diberikan kepada penulis selama menempuh perkuliahan dan penelitian tugas akhir.
8. Shinta Viodita Maharani, selaku sahabat terbaik penulis yang sudah memberikan kasih, semangat dan dukungan tiada henti kepada penulis. Terima kasih sudah menjadi salah satu alasan penulis untuk segera menyelesaikan tugas akhir.

Penyusunan laporan ini masih jauh dari sempurna, untuk itu saya menerima adanya kritik dan saran yang membangun untuk perbaikan di masa mendatang. Semoga buku tugas akhir ini dapat memberikan manfaat pembaca.

DAFTAR ISI

ABSTRAK	v
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Tugas Akhir.....	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Relevansi	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Studi Sebelumnya	7
2.2 Dasar Teori	9
2.2.1 Forensika Digital	9
2.2.2 Teori Suara.....	17
2.2.3 Media Rekam Telepon Selular	19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	23
3.1 Tahap Perancangan.....	23
3.1.1 Studi Literatur	23
3.1.2 Pembuatan Skenario	24
3.2 Tahap Implementasi.....	25
3.2.1 Pengumpulan Data.....	25
3.2.2 Process Enhancement.....	26
3.2.3 Process Decoding	26

3.2.4	Process Dengan Praat	26
3.3	Tahap Hasil Dan Pembahasan	26
BAB IV	PERANCANGAN	29
4.1.	Pembuatan Skenario.....	29
4.2.	Pengumpulan Data	30
4.2.1.	Kebutuhan Pengumpulan Data	30
4.2.2.	Daftar Subjek.....	31
4.2.3.	Hambatan Pengumpulan Data	32
BAB V	IMPLEMENTASI.....	35
5.1	Proses <i>Enhancement</i>	35
5.2	Proses <i>Decoding</i>	39
5.3	Proses Dengan Praat.....	40
5.3.1.	<i>Pitch</i>	41
5.3.2.	<i>Formant</i>	45
5.3.3.	<i>Spectrogram</i>	51
BAB VI	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	53
6.1	Hasil Analisis	53
6.1.1	Hasil Analisis <i>Pitch</i>	53
6.1.2	Hasil Analisa <i>Formant</i>	59
6.1.3	Hasil Analisa Spectrogram	61
6.2	Pembahasan Hasil Analisis	64
6.2.1.	Pembahasan Hasil Analisis <i>Pitch</i>	64
6.2.2.	Pembahasan Hasil Analisis <i>Formant</i>	65
6.2.3.	Pembahasan Hasil Analisis <i>Spectrogram</i>	67
BAB VII	PENUTUP	69
7.1	Kesimpulan.....	69
7.2	Saran.....	70
DAFTAR PUSAKA		72
BIODATA PENULIS		74

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Daftar Penelitian Studi Sebelumnya.....	7
Tabel 2. 2. Jangkauan Frekuensi Tiap Suara	17
Tabel 5. 1 Rangkuman Kejernihan Suara	40
Tabel 5. 2 Penjelasan fungsi button pada menu view.....	43
Tabel 6. 1 Contoh hasil <i>pitch</i> dari subject yang identik dengan barang bukti	64
Tabel 6. 2 Hasil analisis <i>pitch</i>	65
Tabel 6. 3 Contoh hasil <i>formant</i> dari subject yang identik dengan barang bukti	66
Tabel 6. 4 Hasil analisis <i>formant</i>	66
Tabel 6. 5 Contoh hasil <i>spectrogram</i> dari subject yang identik dengan barang bukti	67
Tabel 6. 6 Hasil analisis <i>spectrogram</i>	67
Tabel 6. 7 Daftar <i>Subject</i> Pelaku	68

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Tampilan Aplikasi Praat	16
Gambar 3. 1. Metodologi Penelitian.....	23
Gambar 5. 1 Jendela Aplikasi Adobe Audition CS 6	35
Gambar 5. 2 Membuka <i>File</i> Suara	36
Gambar 5. 3 <i>Interface File</i> Suara yang Akan Diproses.....	36
Gambar 5. 4 Menu Tab <i>Effect Rack</i>	37
Gambar 5. 5 Memilih <i>Adaptive Noice Reduction</i>	37
Gambar 5. 6 Memilih <i>Noise Reduction</i>	38
Gambar 5. 7 <i>Export File</i>	38
Gambar 5. 8 <i>Rename File</i>	39
Gambar 5. 9 Langkah Analisis <i>Pitch</i> (1)	41
Gambar 5. 10 Langkah Analisis <i>Pitch</i> (2)	41
Gambar 5. 11 Jendela Menu <i>View and Edit</i>	42
Gambar 5. 12 Blok grafik suara	42
Gambar 5. 13 <i>Zoom button</i>	43
Gambar 5. 14 Jendela <i>Warning Nilai Pitch</i>	43
Gambar 5. 15 Menu <i>minimum, maximum dan mean pitch</i>	44
Gambar 5. 16 Jendela <i>Sound: To Pitch</i>	44
Gambar 5. 17 Membuka file.....	45
Gambar 5. 18 Kotak dialog import file.....	45
Gambar 5. 19 Jendela Awal <i>Praat</i>	46
Gambar 5. 20 <i>Output Forman</i>	46
Gambar 5. 21 Memilih Menu <i>Tabulate-List</i>	47
Gambar 5. 22 Nilai <i>Forman</i> dalam <i>Numeric</i>	47
Gambar 5. 23 Aplikasi <i>Gnumeric</i>	48
Gambar 5. 24 Meng-copy <i>formant</i> data lain.....	48
Gambar 5. 25. Memilih Formant yang akan dibandingkan	49
Gambar 5. 26 Analisis ANOVA (1)	49
Gambar 5. 27 Analisis ANOVA (2)	50
Gambar 5. 28 Analisis ANOVA (3)	50
Gambar 5. 29 Hasil Analisis ANOVA	51
Gambar 5. 30 Memilih Menu <i>Show Spectrogram</i>	52
Gambar 5. 31 Jendela <i>Spectrogram</i>	52
Gambar 6. 1 Hasil analisis <i>pitch</i> naskah 1	54

Gambar 6. 2 Hasil analisis <i>pitch</i> Naskah 2.....	55
Gambar 6. 3 Hasil analisis <i>pitch</i> Naskah 3.....	56
Gambar 6. 4 Hasil analisis <i>pitch</i> Naskah 4.....	57
Gambar 6. 5 Hasil analisis <i>pitch</i> naskah 5.....	58
Gambar 6. 6 Hasil analisis <i>formant</i> naskah 1	59
Gambar 6. 7 Hasil analisis <i>formant</i> naskah 2	59
Gambar 6. 8 Hasil analisis <i>formant</i> naskah 3	60
Gambar 6. 9 Hasil analisis <i>formant</i> naskah 4	60
Gambar 6. 10 Hasil analisis <i>formant</i> naskah 5	61
Gambar 6. 11 Hasil analisis <i>spectogram</i> naskah 1	61
Gambar 6. 12 Hasil analisis <i>spectogram</i> naskah 2	62
Gambar 6. 13 Hasil analisis <i>spectogram</i> naskah 3	62
Gambar 6. 14 Hasil analisis <i>spectogram</i> naskah 4	63
Gambar 6. 15 Hasil analisis <i>spectogram</i> naskah 5	63

BAB I

PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan tentang pendahuluan pengerjaan tugas akhir ini, yang meliputi latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat yang diperoleh serta relevansi dari penelitian ini.

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi multimedia saat ini semakin memudahkan aktivitas manusia dalam keseharian termasuk bagaimana teknologi mampu menyimpan audio secara digital. Penyimpanan audio secara digital biasanya digunakan untuk keperluan wawancara atau edukasi dengan menggunakan alat yang biasa digunakan untuk media penyimpanan adalah voice recorder atau menggunakan aplikasi serupa yang terdapat pada telepon selular.

Kejahatan dan kriminalitas berkembang pesat baik secara jumlah ataupun jenisnya. kejahatan berkembang seiring dengan kemajuan zaman, terutama terjadi di negara-negara berkembang. Menurut laporan statistik kriminal 2012, selama periode 2009-2011, berdasarkan laporan registrasi Mabes Polri, jumlah kejadian kejahatan atau tindak kriminalitas di Indonesia berfluktuasi. Mabes Polri memperlihatkan jumlah kejadian kejahatan pada tahun 2009 sebanyak 344.942 kasus, menurun menjadi sebanyak 332.490 kasus pada tahun 2010 dan meningkat lagi pada tahun 2011 menjadi 347.605 kasus [1]. Sebanyak 278.537 orang pelaku tindak pidana yang dilaporkan mabes polri pada tahun 2009, sebanyak 270.844 orang (97,2%) adalah laki-laki dan sebanyak 7.683 orang lainnya (2,8%) adalah perempuan. Selama periode tahun 2007-2009, jumlah perempuan pelaku tindak pidana masih tetap berkisar di bawah 3 persen. Namun meskipun demikian, selama periode tersebut jumlah pelaku tindak pidana secara konsisten terus meningkat [2].

Ilmu forensika digital secara definisi merupakan kombinasi dari disiplin ilmu hukum dan pengetahuan komputer dalam mengumpulkan dan menganalisis data dari sistem komputer, jaringan, komunikasi nirkabel dan perangkat penyimpanan digital untuk kemudian digunakan sebagai barang bukti dalam penyelesaian masalah pada ranah hukum [3]. Dalam penerapannya, ilmu forensika digital seringkali membantu pihak berwajib dalam mengungkap kasus kejahatan terkait tersangka yang bersangkutan melalui barang bukti yang telah dikumpulkan. Ilmu forensika suara berfokus pada upaya untuk analisis kesesuaian atau orisinalitas dari materi konten suara tersebut dengan konten aslinya [4] untuk kemudian diuji reliabilitas dan validitasnya.

Dengan meningkatnya perkembangan teknologi, semakin meningkat pula penyalahgunaannya. Salah satunya adalah dengan ditemukannya beberapa kasus penyimpangan hukum yang disertai barang bukti berupa media perekam suara. Hal ini mengindikasikan bahwa ada kemungkinan ke depan audio digital akan lebih banyak digunakan menjadi barang bukti pada kasus di ranah hukum. Pertimbangan ranah hukum dalam menggunakan barang bukti dalam bentuk digital files, termasuk audio, adalah kemampuan barang bukti digital dalam mengelola dampak yang berkaitan dengan resiko pada proses hukum. Resiko yang dimaksud salah satunya adalah penggunaan saksi yang tidak diketahui dengan pasti kebenaran ucapannya sekalipun telah disumpah untuk berkata benar. Dengan menggunakan barang bukti digital yang telah diuji dan dianalisis akan mampu mendukung disiplinnya tindakan serta ketepatan dugaan serta membantu dalam keakuratan pengambilan keputusan. Untuk itu, penting bagi pihak-pihak penegak hukum terkait untuk memahami dan menguasai teknik forensika digital mengingat kemungkinan meningkatnya penggunaan rekaman suara/ multimedia baik dari segi varian, kuantitas dan kualitasnya.

Salah satu teknik forensik digital adalah *Voice Recognition*, yaitu teknik forensika digital untuk mengidentifikasi rekaman suara. Orang-orang yang melakukan percakapan dapat diketahui identitasnya melalui pemeriksaan *audio forensic* untuk *voice recognition* dengan metode komparasi, yaitu membandingkan suara di dalam rekaman barang bukti (*unknown samples*) dengan suara yang direkam sebagai pembanding (*known samples*). Jika hasil *voice recognition* menunjukkan bahwa suara *unknown samples* identik dengan suara *known samples*, maka suara percakapan dalam rekaman barang bukti dapat disimpulkan berasal dari pemilik suara pembanding.

Penelitian kali ini akan memberikan skenario contoh penerapan teknik forensika digital suara *voice recognize* dalam membandingkan suara yang ada di barang bukti dan suara tersangka pada media telepon selular dengan studi kasus suara pria. Sehingga diharapkan luaran dari penelitian ini dapat menjadi referensi atau bahan pengayaan bagi pihak penegak hukum serta akademisi yang hendak melanjutkan penelitian terkait forensika digital. Dalam melakukan identifikasi pada penelitian ini digunakan sebuah aplikasi Praat untuk membantu proses komparasi audio dari pihak *Known Samples* dan *Unknown Samples*.

1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan yang dihadapi dalam penelitian ini antara lain adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana menciptakan lingkungan eksperimen dan skenario model eksperimen untuk mendapatkan bukti digital yang natural dan wajar serta mendapatkan sampel suara pembanding dari calon tersangka?
2. Apakah hasil dari tiap-tiap sample bukti digital dan rekaman calon tersangka pada 3 faktor penilaian yaitu Pitch, Formant dan Spectogram untuk percobaan pertama dan kedua identik?

3. Apa saja kondisi yang dapat mempengaruhi kemiripan suara?
4. Faktor apa yang dominan menentukan keidentikan faktor yang lain?

1.3 Batasan Masalah

Batasan permasalahan dalam tugas akhir ini adalah:

1. Eksperimen Tugas Akhir ini hanya menggunakan suara pria berusia minimal 20 tahun
2. *Sample* suara yang dianalisis sebagai bukti digital adalah 5 sample tipe suara pria dan 10 sample suara pembandingan dari calon tersangka
3. Semua *sample* suara minimal terdiri dari 30 kata
4. Eksperimen yang dilakukan sebanyak 2 kali percobaan
5. Aplikasi yang digunakan untuk menganalisis adalah aplikasi Praat versi 5.4.06
6. Perangkat yang digunakan adalah laptop macbook pro keluaran tahun 2011 dengan os versi mountain lion 10.8
7. Penelitian ini hanya menganalisis rekaman suara yang terekam atau tersimpan pada telepon selular
8. Telepon selular yang digunakan pada penelitian ini adalah iPhone 5s.

1.4 Tujuan Tugas Akhir

Tujuan dari pengerjaan tugas akhir ini adalah:

1. Mengetahui cara menciptakan lingkungan eksperimen dan skenario model eksperimen untuk mendapatkan bukti digital yang natural dan wajar serta mendapatkan sampel suara pembandingan dari calon tersangka
2. Mengetahui hasil dari tiap-tiap sample bukti digital dan rekaman calon tersangka pada 3 faktor penilaian yaitu Pitch, Formant dan Spectrogram untuk percobaan pertama dan kedua identik
3. Mengetahui kondisi yang dapat mempengaruhi kemiripan suara

4. Mengetahui faktor apa yang dapat mewakili faktor yang lain

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diberikan dengan adanya tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan wacana terkait penggunaan teknik *voice recognize* pada forensika suara
2. Memberikan contoh yang implementatif terhadap studi kasus penggunaan forensika digital pada ranah hukum
3. Menjadi referensi untuk kalangan akademisi dalam pengembangan penelitian terkait forensika digital

1.6 Relevansi

Tugas akhir ini berkaitan dengan mata kuliah Forensik Digital dan masuk ke dalam bidang keilmuan laboratorium Perencanaan dan Pengembangan Sistem Informasi (PPSI).

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini akan menjelaskan mengenai penelitian sebelumnya dan dasar teori yang dijadikan acuan atau landasan dalam pengerjaan tugas akhir ini. Landasan teori akan memberikan gambaran secara umum dari landasan penjabaran tugas akhir ini.

2.1 Studi Sebelumnya

Beberapa penelitian sebelumnya yang dijadikan sebagai acuan atau landasan dalam pengerjaan tugas akhir disajikan dalam Tabel 2.1.

Tabel 2. 1. Daftar Penelitian Studi Sebelumnya

No	Judul Penelitian	Penulis	Metode yang digunakan	Hasil yang diperoleh
1	Teknik Forensika Audio untuk Analisa Suara pada Barang Bukti Digital	Galieh Wicaksono dan Yudi Prayudi	Pendekatan konsep <i>pitch</i> , analisis statistik <i>formant</i> dan <i>spectrogram</i>	Analisis forensik suara menggunakan tools Praat yang mampu membuktikan kesamaan sumber suara dengan rekaman suara sampling.
2	Analisis Spektrum Suara	Widia Rahim, Erwin dan	• Analisa spektrum suara	• Frekuensi dasar suara

No	Judul Penelitian	Penulis	Metode yang digunakan	Hasil yang diperoleh
	Manusia Berdasarkan Jenis Kelamin (Gender) dan Kelompok Umur Menggunakan Komputer	Usman Malik	<p>manusia berdasarkan gender dan umur dengan berdasarkan pitch dan formant</p> <ul style="list-style-type: none"> • Suara yang direkam terbatas hanya 6 kata • Pengumpulan data berdasarkan kelompok anak-anak(8-11 tahun), dewasa (19-23tahun) dan lansia (>50tahun) 	<p>manusia secara umum berkurang seiring dengan pertambahan usia. Pada laki-laki mengalami penurunan nilai <i>pitch</i> secara signifikan, sedangkan wanita terjadi penurunan secara linier. Terjadinya perbedaan pitch secara individual disebabkan oleh beberapa faktor seperti</p>

No	Judul Penelitian	Penulis	Metode yang digunakan	Hasil yang diperoleh
				kondisi seseorang, suku dan bentuk organ penghasil suara.

Penelitian ini memiliki kesamaan pada penelitian yang dilakukan oleh Galieh Wicaksono dan Yudi Prayudi, yaitu pada metode dan aplikasi. Penelitian ini juga menyerap alur simulasi kasus yang sudah dibuat oleh Galieh Wicaksono dan Yudi Prayudi. Perbedaan terdapat pada penggunaan sebuah inputan data, data yang dipakai adalah suara pria minimal usia 20 tahun untuk menyerupai kondisi pada kasus nyata dilapangan.

Sedangkan dengan penelitian yang kedua, penelitian yang dilakukan oleh Widia Rahim, Erwin dan Usman Malik, memiliki kesamaan pada komponen analisis suara (*pitch* dan *formant*) dan aplikasi yang digunakan (*Praat*). Perbedaannya terletak pada inputan data, terdapat proses terlebih dahulu sebelum di analisis dan objek yang dianalisis.

2.2 Dasar Teori

Pada bagian ini dipaparkan teori-teori yang digunakan dalam pengerjaan tugas akhir ini.

2.2.1 Forensika Digital

Forensika digital/forensika komputer adalah kombinasi disiplin ilmu hukum dan pengetahuan komputer dalam mengumpulkan dan menganalisa data dari sistem komputer, jaringan, komunikasi nirkabel, dan perangkat penyimpanan

sedemikian sehingga dapat dibawa sebagai barang bukti di dalam penegakan hukum [3]. Forensik digital termasuk bidang spesialisasi komputer yang baru, ini ditandai dengan masih jaranganya pendidikan komputer yang mempelajari forensik digital didalam maupun diluar negeri. Masih sedikit ditemukannya para ahli yang menguasai bidang forensika digital. Dengan berkembangnya teknologi, semakin banyak pula penyalahgunaannya. Masalah muncul ketika meningkatnya permintaan ahli digital untuk menyelesaikan sebuah kasus kriminal yang mempunyai barang bukti berupa barang digital. Hal tersebut memaksa lembaga atau badan hukum untuk menggunakan jasa orang-orang ahli komputer umum atau ahli komputer dengan spesialisasi di bidang tertentu seperti programming, networking, hacking, security, web development, dll namun mereka tidak paham porsedur dan prinsip-prinsip dasar forensik digital yang sudah di akui secara internasional. Hasil dari pekerjaan seseorang yang bukan ahli di bidang forensika digital bisa jadi ditolak di persidangan karena seseorang tersebut tidak diakui atau belum mengantongi sertifikasi di bidang forensika digital.

Fakta masalah pada proyek teknologi informasi menurut pemaparan Hariadi yaitu anggaran membengkak, waktu pelaksanaan lewat jadwal, 31 % gagal ditengah jalan, 16,2 % sukses. Faktor utama masalah pada proyek TI yaitu masukan dari pengguna kurang, kebutuhan dan spesifikasinya tidak lengkap, kurang kompeten teknologinya, kekurangan sumber daya, harapan terlalu tinggi, waktu terlalu singkat, dan menggunakan teknologi baru.

a. Forensika Digital Audio

Teori dasar untuk identifikasi suara bersandar pada premis bahwa setiap suara individual karakteristik cukup untuk membedakannya dari orang lain melalui analisis *voiceprint*. Menurut Azhar [5] Ada dua faktor umum yang terlibat dalam proses suara manusia. Faktor pertama dalam menentukan keunikan suara terletak pada ukuran rongga vokal, seperti

rongga tenggorokan, hidung dan mulut, dan bentuk, panjang dan ketegangan pita suara individu yang terletak di laring. Rongga vokal yang resonator, seperti pipa organ, yang memperkuat beberapa nada yang dihasilkan oleh pita suara, yang menghasilkan format atau batang voiceprint. Kemungkinan bahwa dua orang akan memiliki semua rongga vokal mereka ukuran yang sama dan konfigurasi dan digabungkan identik muncul sangat terpendek.

Faktor kedua dalam menentukan keunikan suara terletak pada cara yang artikulator-artikulator atau otot pidato dimanipulasi selama berbicara. Artikulator-artikulator termasuk bibir, gigi, lidah, langit-langit lunak dan otot-otot rahang yang saling dikendalikan menghasilkan pidato dimengerti. pidato dimengerti dikembangkan oleh proses pembelajaran acak meniru orang lain yang berkomunikasi.

Untuk memfasilitasi perbandingan visual dari suara, spektrogram bunyi digunakan untuk menganalisis bentuk gelombang pidato kompleks menjadi tampilan bergambar pada apa yang disebut sebagai sebuah spektrogram. spektrogram menampilkan sinyal suara dengan waktu sepanjang sumbu horisontal, frekuensi pada sumbu vertikal, dan amplitudo relatif yang ditunjukkan oleh tingkat naungan abu-abu pada layar. Resonansi suara pembicara ditampilkan dalam bentuk tayangan sinyal vertikal atau tanda untuk suara konsonan, dan bar horisontal atau formant untuk suara vokal. Konfigurasi yang ditampilkan terlihat karakteristik dari artikulasi terlibat untuk speaker menghasilkan kata dan frase. Spektrogram berfungsi sebagai catatan permanen dari kata-kata lisan dan memfasilitasi perbandingan visual dari kata-kata serupa yang diucapkan oleh orang yang dikenal dengan suara pembicara yang belum diketahui identitasnya.

Dari Rekaman suara, orang-orang yang melakukan percakapan dapat diketahui identitasnya melalui pemeriksaan *audio forensic* untuk *voice recognition* dengan metode komparasi,

yaitu membandingkan suara di dalam rekaman barang bukti (*unknown samples*) dengan suara yang direkam sebagai pembanding (*known samples*). Jika hasil *voice recognition* menunjukkan bahwa suara *unknown samples* identik dengan suara *known samples*, maka suara percakapan dalam rekaman barang bukti dapat disimpulkan berasal dari pemilik suara pembanding [2].

b. Prosedur Forensika Audio

Pada proses pengidentifikasian suara dengan menggunakan pembanding, terdapat prosedur guna menstrukturkan proses pengidentifikasian. Prosedur tersebut sebagai berikut:

1. Langkah pertama adalah *acquisition* yaitu mengumpulkan bukti dan komponen audio yang berkaitan dengan forensika. Komponen tersebut antara lain adalah media penyimpan *audio*, *pitch*, *spectrogram* dari kasus, suara pembanding yang didapatkan dengan cara merekam secara manual serta fakta-fakta dari kasus.
2. Selanjutnya adalah melakukan *audio enhancement* yaitu merupakan proses pematangan dari audio yang digunakan. Pada saat mendapatkan barang bukti berupa rekaman suara ataupun rekaman hasil pembuatan suara pembanding, luaran yang dihasilkan tidak selalu baik. Ada kalanya suara yang dihasilkan masih mengandung *noise* sehingga sulit untuk diolah lebih lanjut. Proses *enhancement* salah satunya berperan dalam pembersihan *noise* tersebut. Dalam proses ini digunakan aplikasi pendukung yang berbasis *windows* atau *linux*.
3. Proses ketiga adalah *decoding*. Proses ini adalah pembuatan transkrip rekaman. Transkrip rekaman berisi subjek label, kemudian waktu pengucapan suara (dalam jam:menit:detik) yang sesuai dengan berjalannya rekaman. Jika pada penulisan transkrip masih ada suara yang tidak terdengar jelas, maka dituliskan pada transkrip keterangan tidak jelas atau tidak terdengar.

4. Langkah terakhir dalam prosedur forensika audio adalah *voice recognition*. Pada proses ini dilakukan proses untuk memastikan suara pada rekaman identik dengan suara pembanding. Analisis kemiripan atau identifikasi tersebut berdasarkan *pitch*, *formant*, dan *spectrogram*. Pada analisis *pitch* dilakukan perhitungan statistik untuk nilai *pitch* minimum, maksimum, mean serta standar deviasi dari *pitch* barang bukti dan barang pembanding. Sedangkan untuk analisis *formant* dan *formant bandwidth* berdasarkan pada perhitungan statistik one-way anova yang dilengkapi dengan bentuk *graphical distribution*. Dan pada analisis *spectrogram* dilakukan perbandingan antara pola yang ditampilkan. Pada proses ini, minimal ada 30 kata yang memenuhi syarat identik sehingga suatu barang bukti dan pembanding dapat dinyatakan memenuhi syarat audio forensik.

c. Teknik Voice Recognize

Teknik yang digunakan dalam forensik audio pada penelitian ini adalah dengan menggunakan *voice recognition*. Teknik ini menganalisis *pitch*, *formant*, *bandwidth* dan *spectrogram*. Berdasarkan standar analisis yang dibuat oleh Federal Bureau of Investigation, untuk menentukan kemiripan suara suspect dan suara pembanding ialah dengan menemukan kecocokan minimal 20 kata suara antara suspect dengan suara pembanding [5]. Berikut gambaran dari analisis tersebut:

a) Analisis Statistik *Pitch*

Salah satu parameter dari sinyal suara adalah frekuensi fundamental. Frekuensi fundamental dalam istilah instrumen musik dikenal sebagai *pitch* atau nilai frekuensi dari suatu jenis nada. *Pitch* adalah hasil dari frekuensi getar pita suara [2]. Semakin cepat getaran pita suara semakin tinggi pula nadanya, begitu pula sebaliknya. Masing-masing orang memiliki *pitch* yang khas (*habitual pitch*) yang sangat dipengaruhi oleh aspek fisiologis laring manusia. Pada kondisi percakapan normal, tingkat

habitual pitch berkisar pada 50-250 Hz untuk laki-laki dan 120-500 Hz untuk perempuan [1] Analisis *pitch* dapat digunakan untuk melakukan *voice recognition* terhadap suara seseorang, yaitu melalui analisis statistik terhadap minimum *pitch*, maksimum *pitch* dan rata-rata *pitch*.

b) Analisis *Forman*

Formant adalah frekuensi-frekuensi resonansi dari filter, yaitu *vocal tract* (*articulator*) yang meneruskan dan memfilter bunyi keluaran (*output*) berupa kata-kata yang memiliki makna. Secara umum, frekuensi-frekuensi *formant* bersifat tidak terbatas namun, untuk mengidentifikasi seseorang paling tidak ada 3 *formant* yang dianalisis yaitu *Formant 1* (F1), *Formant 2* (F2) dan *Formant* (F3). [1]

Tujuan dari menganalisis *formant* adalah untuk menentukan frekuensi natural yang kompleks dari vokal yang ada selama adanya produksi suara tersebut. Jikalau konfigurasi vokal diketahui, maka frekuensinya akan dapat dihitung. Menganalisis *formant* biasanya diawali dengan merubah *speech signal* ke dalam spektrum suara yang lebih pendek sehingga bisa mengurangi gangguan yang dapat mempengaruhi kejelasan suara.

c) Analisis *Spectrogram*

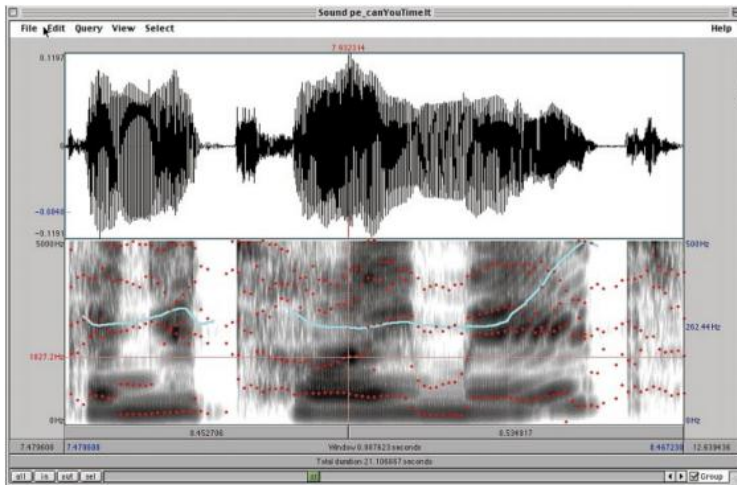
Spectrogram adalah bentuk visualisasi dari masing-masing nilai *formant* yang dilengkapi dengan tingkat energi yang bervariasi terhadap waktu. Tingkat energi ini dikenal dengan istilah *formant bandwidth*. Nantinya pada kasus-kasus yang bersifat pemalsuan suara dengan teknik *pitch shift* atau pelaku berusaha untuk menghilangkan karakter suara aslinya. Maka *formant bandwidth* dapat digunakan untuk memetakan atau mengidentifikasi suara aslinya, dikarenakan *spectrogram* memuat hal-hal yang bersifat detail dalam hal pola khas *formant* dan *bandwidth* Spektrogram oleh beberapa ahli juga dikenal dengan

istilah sidik jari suara (*voice fingerprint*). Tapi ada beberapa ahli juga yang tidak setuju dengan istilah tersebut dikarenakan segala sesuatu yang di istilahkan dengan ‘sidik jari’ haruslah unik dan sulit untuk dirubah, sedangkan spektogram dapat dirubah atau berbeda untuk pengucapan kata yang sama walaupun berasal dari orang yang sama. *Spectrogram* perlu dianalisis karena menampilkan visualisasi detail dari formant berikut *bandwidth*-nya sehingga membentuk pola-pola pengucapan kata-kata yang khas untuk masing-masing nilai *formant* [1].

d. Aplikasi Praat

Praat merupakan program komputer yang digunakan untuk analisis, sintesis dan manipulasi suara. Aplikasi ini dikembangkan sejak tahun 1992 oleh Paul Boersma dan David Weenink di Institut of Phoenix Sciences di university of Amsterdam. Ada beberapa versi yang dikeluarkan dengan penyesuaian untuk beberapa sistem operasi yang umum digunakan yaitu Mac, Windows dan Linux. Sejak 2001, sudah terdaftar 5000 user di 99 negara yang menggunakan Praat.

Aplikasi Praat mampu merekam suara dari mikrofon atau perangkat audio lainnya, selain itu aplikasi ini juga dapat membaca suara dari inputan file atau disk. dengan Praat, maka user mampu melihat kedalam audio tersebut. Gambar berikut menunjukkan hasil dari gelombang suara suatu audio yang diolah di dalam Praat.



Gambar 2. 1. Tampilan Aplikasi Praat

Pada gambar yang di bagian atas merupakan jendela suara yang menunjukkan representasi dari suara tersebut (*waveform*) sedangkan di bagian bawahnya merupakan analisis akustik atau spektrogram, yaitu representasi dari sejumlah frekuensi suara baik yang rendah maupun tinggi dalam sinyal yang ditampilkan dalam bentuk coretan abu-abu. Kemudian tampilan untuk pitch atau frekuensi untuk periodik digambarkan dengan curva berwarna cyan sedangkan untuk formant ditampilkan sebagai titik-titik merah.

Dengan tampilan tersebut, user mampu menganalisis audio yang ditampilkan berdasarkan beberapa parameter yang diinginkan contohnya waktu atau vibrasi suara. Aplikasi Praat memungkinkan untuk penggunaan lebih lanjut dari hasil analisis yang dikeluarkan. Oleh karena itu, luaran aplikasi Praat dapat disimpan, dicetak atau diubah bentuk dalam format yang lain.

Praat memiliki keterbatasan dalam membaca format. Tidak semua format file *voice recorder* bisa dibaca oleh Praat, hanya dengan format .aiff, .wav, atau .ac [3]

2.2.2 Teori Suara

Manusia dapat berkomunikasi dengan manusia lainnya dengan suara. Berawal dari gagasan yang ingin disampaikan, lalu dirubah menjadi struktur linguistik dengan memilih kata atau frasa yang secara tepat dapat mewakili dan membawakannya dengan tata bahasa yang dimengerti antara pengucap dan pendengar [10].

Suara diproduksi oleh sebuah obyek yang bergetar, contohnya loudspeaker, musical instrument, ataupun pita suara manusia. Sebuah gelombang suara dapat dideskripsikan oleh frekuensi dan amplitudo. Frekuensi 1 Hz berarti 1 cycle gelombang lengkap setiap satu detik. Satuan sebuah frekuensi adalah Hertz (Hz). Frekuensi audible (human hearing rang) adalah 20 Hz sampai 20000 Hz. Dalam kenyataan praktis sebuah sumber suara selalu diproduksi pada banyak frekuensi secara simultan. Amplitudo sebuah gelombang mengacu pada besarnya perubahan dan tingkat kerasnya (loudness) gelombang suara [10].

Tabel 2. 2. Jangkauan Frekuensi Tiap Suara

Gender	Tipe Suara	Range Vokal	Frekuensi Range Vokal (Hz)	Frekuensi Fundamental (Hz)
Pria	Tenor	C3 –C5	130.813 - 523.251	16.35
	Bariton	F2 – F4	87.3071 - 349.228	21.80
	Bass	E2– E4	82.4069 - 329.628	20.60
Wanita	Soprano	C4–A5	261.626 - 1046.50	16.35
	Mezzo-Soprano	A3–A5	220.000 - 880.000	27.50
	Alto	F3 – F5	174.614 - 698.456	21.80

a. Komponen Suara

Proses *generation* dan *filtering* merupakan penyebab dari timbulnya suara manusia. Pada proses *generation* suara diproduksi dari pita suara yang berada pada laring manusia. Hasil tersebut dinamakan suara periodik. Tahapan berikutnya yaitu *filtering* dimana hasil suara periodik tersebut disaring oleh gigi, lidah, bibir dan langit-langit mulut sehingga menghasilkan bunyi luaran yang disebut dengan bunyi vokal

dan atau bunyi konsonan. Bunyi bunyi tersebut adalah bahan untuk menyusun kata sehingga dapat memberikan arti.

Pada suara, terdapat beberapa komponen penyusun yang berguna untuk proses identifikasi suara seseorang. Komponen tersebut adalah *pitch*, *formant*, dan *spectogram*.

Pitch adalah frekuensi dasar pada pita suara dengan notasi F0. Adanya jenis pitch yang berbeda dikarenakan berbedanya laring pada masing-masing individu sehingga menjadikan tiap individu mempunyai suara khas atau berbeda satu dengan yang lainnya. Pada mode suara normal, suara pria memiliki pitch dengan frekuensi berkisar pada 50-250 Hz sedangkan wanita berkisar antara 120-500 Hz. Semakin tinggi frekuensi maka suara yang dihasilkan semakin nyaring. Frekuensi ini bisa berubah-ubah tergantung dari intonasi dan emosi seseorang saat berbicara.

Formant merupakan frekuensi hasil dari filtrasi. Formant terdiri dari artikulator yaitu berfungsi dalam meneruskan dan memfiltrasi bunyi periodek dari getarnya pita suara sehingga membentuk kata-kata yang dapat dimengerti dan diartikan. Pada proses identifikasi suara manusia, setidaknya ada 3 formant yang digunakan yaitu formant 1 (F1), formant 2 (F2) dan Formant 3 (F3).

Spektogram merupakan bentuk visualisasi dari formant atau suara dengan luaran yang berartikulasi yang dilengkapi dengan tingkat energi yang bervariasi terhadap waktu. Pada spektogram, tingkat energi dikenal sebagai formant bandwidth dimana berfungsi untuk memetakan dan mengidentifikasi suara asli apabila terjadi pemalsuan suara dengan menghilangkan karakter suara aslinya. Spektogram berfungsi dalam proses analisis suara karena mampu memberikan visualisasi terhadap formant berupa pola-pola pengucapan kata-kata. Akibat kemampuannya dalam menampilkan

informasi detil terkait identifikasi suara, spektogram seringkali disebut sebagai sidik jari suara (*voice fingerprint*).

b. Suara Pria

Remaja merupakan periode kritis (fase pubertas) dari anak menjadi dewasa. Pada fase pubertas terjadi perubahan fisik sehingga pada akhirnya seorang anak akan terjadi perubahan hormonal, fisik, psikologis maupun sosial yang berlangsung secara sekuensial. Anak laki-laki mengalami kematangan seksual pada umur 9-10 tahun sampai dengan 17-18 tahun, sedangkan pada wanita terjadi pada umur 8-9 tahun sampai dengan 15-16 tahun [2]. Perubahan yang sangat jelas terlihat adalah perubahan pita suara pada pria yang menjadi pembeda antara pria dengan wanita saat usia remaja. Pada remaja Perbedaan yang sangat signifikan antara suara laki-laki dan wanita adalah jumlah *peak* [3].

Saat memasuki masa pubertas laring laki-laki akan semakin tumbuh besar, pita suara akan tumbuh lebih panjang dan tebal. Rongga dalam sinus, hidung dan bagian belakang tenggorokan juga tumbuh lebih besar, menciptakan lebih banyak ruang untuk echo [4]. Sebelum mengalami pertumbuhan, laring laki-laki relatif kecil dan pita suara relatif tipis. Jadi suara anak laki-laki akan tinggi. Perubahan suara pada laki-laki di masa pubertas bisa dijelaskan dengan membayangkan sebuah gitar. Ketika senar tipis dipetik, getaran akan menghasilkan nada tinggi. Dan ketika senar tebal dipetik, kedengarannya jauh lebih dalam ketika bergetar.

2.2.3 Media Rekam Telepon Selular

Telepon selular jaman sekarang sudah menggunakan teknologi yang canggih dan memiliki fitur yang lengkap sesuai kebutuhan pengguna. Salah satunya adalah *voice recorder*. *Voice recorder* sudah menjadi fitur yang pasti ada di hampir semua platform. *Voice recorder* sudah dirasakan fungsinya untuk keperluan banyak hal pada keseharian seperti merekam

presentasi dosen ketika berada di dalam kelas, merekam hasil wawancara, merekam jalannya rapat atau seminar hingga digunakan untuk keperluan entertaining secara individu. Fungsi-fungsi tersebut paling sering digunakan oleh individu yang memiliki mobilitas tinggi seperti jurnalis, karyawan dan mahasiswa/murid. Sedangkan, di era ini, bagi individu yang memiliki tingkat mobilitas tinggi, telepon selular merupakan barang yang wajib dimiliki. Oleh karena itu, dengan adanya fitur voice recorder yang menempel pada telepon selular, akan lebih praktis karena tidak perlu membawa 2 perangkat sekaligus (*voice recorder tools* dan telepon selular). *Voice recorder* di tiap platform memiliki format yang berbeda, format luaran yang ada pada *voice recorder* pada telkom selular umumnya adalah :

a. AAC (*Advance Audio Coding*)

AAC adalah format file audio terkompresi yang umumnya memiliki kualitas suara yang lebih baik dari format MP3 dalam hal bitrate terutama pada bitrate di bawah 100 kbit/s. Format AAC yang juga bagian standar dari MPEG (Motion Picture Expert Group) merupakan format audio terkompresi yang digunakan dalam Apple iPod, iPhone dan iTunes. Sample rate AAC yakni 96 Khz atau dua kali dari rate MP3 yang hanya 44 Khz [5]. Format AAC bersifat lossy compression (data hasil kompresi tidak bisa dikembalikan lagi ke data sebelum dikompres secara sempurna, karena setelah dikompres terdapat data-data yang hilang).

AAC merupakan audio codec yang menyempurnakan MP3 dalam hal medium dan high bit rates. Cara Kerja :

1. Bagian-bagian sinyal yang tidak relevan dibuang.
2. Menghilangkan bagian-bagian sinyal yang redundan.

3. Dilakukan proses MDCT (*Modified Discret Cosine Transform*) berdasarkan tingkat kekompleksitasan sinyal.
4. Adanya penambahan Internal Error Correction.
5. Kemudian, sinyal disimpan atau dipancarkan.

Kelebihan AAC

1. Sample ratenya antara 8 Hz – 96 kHz, sedangkan MP3 16 Hz – 48 kHz
2. Memiliki 48 channel.
3. Suara lebih bagus untuk kualitas bit yang rendah (dibawah 16 Hz).

Software pendukung AAC : IPod dan Itunes, Winamp.
Handphone : Nokia N91, Sony Ericsson W800, dan Motorola ROKR E1.

Hardware: Play Station Portable (PSP) pada Agustus 2005 [6]

b. FLAC (*Free Lossless Audio Codec*)

FLAC adalah singkatan dari Free Lossless Audio Codec, yang berarti kompresi data yang dihasilkan hampir sama dengan kualitas audio aslinya. Berbeda dengan format MP3 atau Ogg Vorbis-menggunakan metode Lossy dalam melakukan kompresi data-yang berarti kualitas audio dari file yang dihasilkan akan berbeda jauh dari kualitas aslinya dan terkesan asal asalan.

Beberapa keuntungan lain yang bisa didapatkan dari FLAC adalah tidak perlu mengeluarkan biaya untuk memakai format ini, karena FLAC adalah format audio yang gratis dan bisa dipakai siapa saja. Mungkin karena faktor ini juga yang menyebabkan para produsen MP3 *Player* mengintegrasikan format FLAC kedalam produk-produk mereka [5].

Kelebihan:

Format ini sama seperti wav, dimana hasil encoding memiliki kualitas yang sama dengan kualitas sumber aslinya. Format flac sering dijadikan pilihan untuk proses backup koleksi audio cd.

Kekurangan:

Memiliki ukuran yang cukup besar Semakin banyak orang-orang yang melakukan *burning* CD untuk membuat CD *audio* dengan menggunakan format FLAC. Namun, *audio player* seperti Winamp 5 tidak bisa memutar format ini bahkan tidak mengenali file audio dengan format FLAC tersebut [6].

c. **MPEG Layer 3 (MP3)**

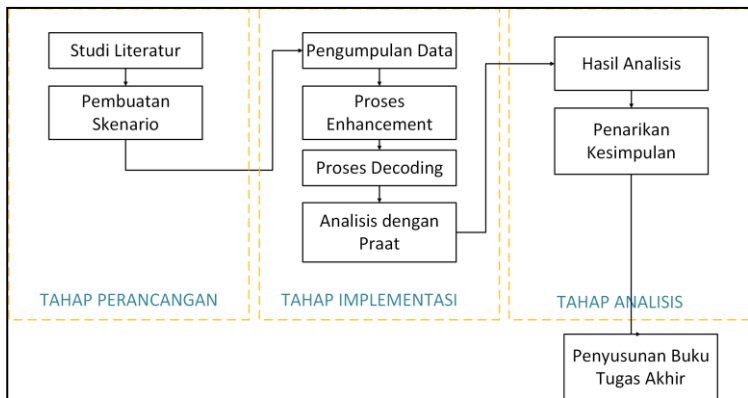
MPEG-1 Audio Layer 3 atau lebih dikenal sebagai MP3 adalah salah satu format berkas pengodean suara yang memiliki kompresi yang baik (meskipun bersifat lossy) sehingga ukuran berkas bisa memungkinkan menjadi lebih kecil. Berkas ini dikembangkan oleh seorang insinyur Jerman Karlheinz Brandenburg. MP3 memakai pengodean Pulse Code Modulation (PCM). MP3 mengurangi jumlah bit yang diperlukan dengan menggunakan model psychoacoustic untuk menghilangkan komponen-komponen suara yang tidak terdengar oleh manusia [5].

d. **WMA (Windows Media Audio)**

Format yang dikembangkan Microsoft ini disukai para vendor musik online karena dukungannya terhadap Digital Rights Management (DRM). DRM adalah fitur untuk mencegah pembajakan musik, hal yang sangat ditakuti oleh studio musik saat ini. Kelebihan WMA lainnya adalah kualitas musik yang lebih baik daripada MP3 maupun AAC. Format ini cukup populer dan didukung oleh peranti lunak dan peranti keras terbaru [5].

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menggambarkan metodologi yang akan digunakan selama penelitian berlangsung.



Gambar 3. 1. Metodologi Penelitian

Pada pengerjaan Tugas Akhir ini terdapat 3 tahap yaitu, tahap persiapan, tahap Eksplorasi dan Tahap Analisis. Proses penelitian ini diakhiri dengan penyusunan buku tugas akhir. Gambar 2 akan menjelaskan secara ringkas tahapan pengerjaan tugas akhir dan akan diditilkan melalui pembahasan berikut.

3.1 Tahap Perancangan

Tahap ini merupakan tahap inisiasi dalam melakukan penelitian. Berikut tahap perancangan pada penelitian ini :

3.1.1 Studi Literatur

Tahapan ini dilakukan untuk menggali informasi terkait informasi mengenai teknik pemodelan menggunakan penggalan proses beserta perangkat lunak dan algoritma yang sesuai dengan studi kasus. Tahapan studi literatur ini memastikan penulis memahami konsep-konsep dasar dalam

pengglaian proses, pemodelan proses, algoritma yang sesuai serta proses bisnis yang hendak dimodelkan. Karena studi kasus yang digunakan berupa proses bisnis dari perusahaan maka diadakan tahapan wawancara guna mendapatkan informasi mendetail terkait permasalahan pada proses bisnis. Pada tahapan ini diharapkan mampu menjadi awalan dalam memulai memodelkan proses bisnis serta dapat secara tidak langsung menjadi masukan bagi tahapan analisis model selanjutnya.

3.1.2 Pembuatan Skenario

Pada penelitian ini, dibutuhkan sebuah skenario sederhana yang melibatkan penggunaan media perekam audio telepon selular sesuai dengan topik penelitian ini. Pada skenario ini selain mendapatkan barang bukti digital berupa rekaman menggunakan media telepon selular akan dibuat pula suara pembanding (suara suspect) menggunakan media voice recorder sebagai media penyimpanannya. Skenario dibuat semirip mungkin dengan kondisi lapangan yang sesungguhnya. Sebelum membuat skenario baiknya ciptakan terlebih dahulu lingkungan eksperimennya. Lingkungan eksperimen yang dibuat adalah :

- a. Eksperimen dilakukan di tempat terbuka atau tertutup.
- b. Perekaman suara barang bukti dilakukan dengan diam-diam tanpa diketahui oleh lawan bicara.
- c. Media alat rekam yang digunakan adalah telepon selular yang sudah memiliki fitur *voice note*.
- d. Dilakukan senatural mungkin agar *subject* yang direkam suaranya tidak dengan sengaja membuat suaranya berbeda dari biasanya (anomali suara).

Berikut skenario yang dibuat :

Temui orang yang sekiranya suaranya akan direkam sebagai barang bukti, bila perlu buat janji. Persiapkan telepon selular yang memiliki fitur *voice recorder*. Aktifkan *voice recorder* sebelum percakapan dimulai. Letakan media telepon selular ditempat yang sekiranya dapat merekam pembicaraan

dengan jelas dan ditempat yang tidak disadari oleh lawan bicara, penggunaan headset dapat dilakukan bila diperlukan. Agar lebih efektif, pembuatan naskah dilakukan agar tidak adanya anomali suara pada subject. Lakukan percakapan senatural mungkin agar lawan bicara tidak curiga.

3.2 Tahap Implementasi

Tahapan kedua ini merupakan tahap implementasi dari perangkat yang dihasilkan pada tahap perancangan. Tahap implementasi terdiri dari tiga sub tahapan yaitu :

3.2.1 Pengumpulan Data

Pada tahapan ini, dilakukan pengumpulan data terkait penelitian yang akan dilakukan. Data tersebut didapatkan untuk mendukung penggunaan suara pria bagi penelitian forensika digital audio ini. Penulis membutuhkan data pendukung untuk menjadikan latar belakang penelitian studi forensika audio yang spesifik kepada suara pria. Tahapan ini terdapat 5 *subject* yang suaranya akan direkam 2x, direkam yang dimaksud disini adalah akan menjalankan skenario yang telah dibuat sebanyak 2 kali dan dilakukan dengan lingkungan eksperimen yang sudah ditentukan. Penjalanan skenario yang pertama dilakukan untuk pengumpulan data sebagai barang bukti, pengumpulan data untuk suara pembandingan dilakukan beberapa selang waktu kemudian dengan menjalankan skenario untuk yang kedua kalinya.

Skenario yang kedua dijalankan dengan teknis yang agak sedikit berbeda. Suara *suspect* yang direkam bisa dilakukan dengan cara terbuka atau sepengetahuan *suspect* (memperlihatkan media alat rekam). Pada perekaman yang kedua ini, *suspect* membaca naskah yang telah dibuat.

Data yang dikumpulkan adalah sebanyak 5 rekaman suara dengan naskah yang berbeda diambil dari 15 orang yang telah dipilih secara acak. Diantara 15 orang tersebut diantaranya

terdapat 5 orang yang suaranya digunakan sebagai barang bukti.

3.2.2 Process Enhancement

Sesuai dengan tujuan proses enhancement digunakan untuk mematangkan suara hasil rekaman dengan cara membersihkan noise menggunakan aplikasi komputer. Pada tahapan ini, hasil rekaman dari barang bukti serta rekaman suara pembanding akan dilakukan pembersihan dari noise sehingga dapat mempermudah proses decoding dan analisis.

3.2.3 Process Decoding

Pada tahapan ini akan dilakukan proses penulisan transkrip dari hasil rekaman. Yang dimaksud dengan transkrip adalah catatan hasil pembicaraan pada rekaman lengkap dengan waktu pembicaraan dengan format jam:menit:detik sesuai dengan apa yang sedang diucapkan. Adakalanya pada saat proses penulisan transkrip rekaman masih terdapat noise sehingga menyebabkan suara tidak jelas terdengar, maka pada transkrip diberikan keterangan bahwa suara tidak jelas terdengar.

3.2.4 Process Dengan Praat

Proses analisis ini menggunakan inputan berupa pitch, formant bandwidth, spectrogram serta transkrip yang sudah dibuat sebelumnya. Praat merupakan aplikasi yang digunakan dalam pencarian informasi dari perbandingan antara rekaman suara suspect dan rekaman suara pembanding. Pada tahapan proses analisis ini akan dilakukan pencarian kesamaan suara suspect dengan suara pembanding berdasarkan inputan. Apabila ditemukan minimal 20 kata yang memiliki kesamaan, maka kedua suara rekaman tersebut dapat dikatakan identik.

3.3 Tahap Hasil Dan Pembahasan

Tahap ini merupakan lanjutan dari bab implementasi. Setelah melakukan implementasi tentu akan mendapatkan suatu hasil. Maka dari itu, bab ini memaparkan hasil berikut bahasan dan analisisnya.

Setelah melalui tahapan analisis, maka akan dilakukan proses pengelolaan hasil serta penarikan kesimpulannya. Hasil analisis yang bisa ditarik berdasarkan inputan ada 4 macam. Pertama adalah hasil analisis statistic pitch yang dilakukan dengan melihat perhitunga dari perbandingan kedua rekaman. Hasil perhitungan tersebut akan dibandingkan dengan nilai minimum, maksimum dan rata rata nilai pitch. Kedua adalah hasil analisis statistik formant. Ketiga adalah analisis pada graphical distribution berdasarkan nilai masing-masing formant yang dianalisis dengan mengkoreksi perhitungan nilai statistic Anova. Dan hasil analisis terakhir adalah pada spectrogram yang digunakan untuk melihat pola umum yang diucapkan pada kata serta masing-masing formant dari suku kata.

Dengan melihat hasil analisis yang sudah dilakukan, maka dapat dilakukan penarikan kesimpulan apakah suara suspect secara benar identic dengan suara pembanding yang diduga terlibat dengan kasus yang sedang diteliti.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB IV PERANCANGAN

Bab ini menjelaskan perancangan penelitian tugas akhir. Perancangan ini diperlukan sebagai panduan dalam melakukan penelitian tugas akhir.

4.1. Pembuatan Skenario

Skenario yang digunakan berjumlah 5 dalam bentuk naskah yang sudah disusun oleh penulis dan akan dibacakan oleh subjek-subjek yang sudah ditentukan.

Skenario dibuat semirip mungkin dengan kondisi lapangan yang sesungguhnya. Sebelum membuat skenario baiknya ciptakan terlebih dahulu lingkungan eksperimennya. Lingkungan eksperimen yang dibuat adalah :

- a. Eksperimen dilakukan di tempat terbuka atau tertutup.
- b. perekaman suara barang bukti dilakukan dengan diam-diam tanpa diketahui oleh lawan bicara.
- c. Media alat rekam yang digunakan adalah telepon selular yang sudah memiliki fitur *voice note*.
- d. Dilakukan senatural mungkin agar *subject* yang direkam suaranya tidak dengan sengaja membuat suaranya berbeda dari biasanya (anomali suara).

Berikut merupakan langkah-langkah proses pengambilan suara berdasarkan skenario yang dibuat :

1. Temui orang yang sekiranya suaranya akan direkam sebagai barang bukti, bila perlu buat janji.
2. Persiapkan telepon selular yang memiliki fitur *voice recorder*. Aktifkan *voice recorder* sebelum percakapan dimulai.
3. Letakan media telepon selular ditempat yang sekiranya dapat merekam pembicaraan dengan jelas dan ditempat yang tidak disadari oleh lawan bicara, penggunaan headset dapat dilakukan bila diperlukan. Agar lebih

efektif, pembuatan naskah dilakukan agar tidak adanya anomali suara pada subject.

4. Lakukan percakapan senatural mungkin agar lawan bicara tidak curiga.

Dalam proses ini juga terdapat pembuatan naskah yang sudah disusun oleh penulis dan akan dibacakan oleh subjek-subjek yang sudah ditentukan. Pembuatan naskah ini semata-mata untuk mempermudah peneliti untuk mengambil *sample* suara. Untuk detail naskah dapat dilihat pada

4.2. Pengumpulan Data

Proses pengumpulan data dilakukan dengan cara merekam suara 15 subjek dengan menggunakan alat rekam telepon selular. Subjek akan membaca naskah yang sudah disiapkan dan direkam dengan kondisi apa adanya pada saat itu.

4.2.1. Kebutuhan Pengumpulan Data

Kebutuhan dalam pengumpulan data pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Objek Penelitian

Objek yang dicari adalah suara pria yang berusia minimal 20 tahun. Objek penelitian yang dibutuhkan sebanyak 15 suara pria yang nantinya ada 5 orang suara pria tersebut yang dijadikan sebagai barang bukti.

2. Alat rekam telepon selular

Alat rekam yang digunakan adalah aplikasi alat rekam suara yang ada pada telepon selular. Aplikasi alat rekam suara pada telepon selular ada yang sudah *include* dalam aplikasi bawaan sistem operasi dan ada yang harus di *download* terlebih dahulu.

3. Lingkungan dan suasana

Lingkungan dan suasana adalah faktor yang perlu diperhatikan dalam penelitian ini karena dapat mempengaruhi hasil penelitian. Lingkungan dan suasana yang dibutuhkan dibagi menjadi 2, yakni terbuka dan tertutup. Perekaman data suara dengan kondisi lingkungan dan suasana terbuka harus

melalui proses enhancement guna menghilangkan noise pada rekaman suara. Sedangkan kondisi lingkungan dan suasana yang tertutup guna meminimalisir *noise* hingga tidak perlu melalui proses enhancment. Pembagian 2 kondisi dan suasana dalam pengambilan data rekaman suara barang bukti maupun tersangka dilakukan karena mengingat dalam kondisi yang sebenarnya, barang bukti yang diterima penyidik berada pada kondisi apa adanya lingkungan dan suasana saat perekaman suara barang bukti tersebut terjadi (banyak *noise*, kualitas jelek, artikulasi tidak jelas, suasana sepi, dll).

Penciptaan kondisi lingkungan dan suasana terbuka tidak membutuhkan suatu prosedur tertentu. Merekam suara objek dengan latar belakang yang sesuai dengan kondisi pada saat itu, memungkinkan suara-suara lain ikut terekam (pembicaraan orang lain, klakson kendaraan, suara bising kendaraan, dll.). Pengumpulan data dengan kondisi terbuka ini menghasilkan rekaman suara yang lebih banyak *noise* dibanding dengan kondisi tertutup.

Penelitian dengan kondisi dan suasana tertutup dilaksanakan ditempat tertutup, sunyi atau ditempat yang memungkinkan melakukan pengumpulan data dengan minimnya *noise*.

4.2.2. Daftar Subjek

Berikut adalah daftar subjek yang suaranya direkam sebagai barang bukti dan suara pembanding :

No	Nama	Usia (Tahun)	Data					
			Barang bukti	Nas kah 1	Nas kah 2	Nas kah 3	Nas kah 4	Nas kah 5
1	Adrian	32		v	v	v	v	v
2	Akbar Zota	27	Naskah 1	v	v	v	v	v
3	Dimas	25		v	v	v	v	v
4	Agus Hadi	47		v	v	v	v	v
5	Gatot	55		v	v	v	v	v

No	Nama	Usia (Tahun)	Data					
			Barang bukti	Nas kah 1	Nas kah 2	Nas kah 3	Nas kah 4	Nas kah 5
6	Joko	29	Naskah 5	v	v	v	v	v
7	Joni	42		v	v	v	v	v
8	Kun Agustiyono	58		v	v	v	v	v
9	Mu'in	65		v	v	v	v	v
10	M. Aditya Mustofa	26	Naskah 2	v	v	v	v	v
11	Razi	23	Naskah 3	v	v	v	v	v
12	Bambang Hadi	38		v	v	v	v	v
13	Tyo	33		v	v	v	v	v
14	Faiz Fanani	21		v	v	v	v	v
15	Hermono	46	Naskah 4	v	v	v	v	v

Tabel tersebut menunjukkan nama dan usia dari para *subject*. Tabel juga menunjukkan bahwa ke 15 *subject* sudah direkam suaranya sebanyak masing-masing 5 naskah. Dan terdapat 5 *subject* yang suaranya dijadikan sebagai barang bukti untuk masing-masing naskah.

4.2.3. Hambatan Pengumpulan Data

Peneliti tentu menemukan beberapa hambatan dalam pengumpulan data, karena tidak mungkin tidak menemukan hambatan karena model penelitian ini dibuat semirip mungkin dengan kondisi yang sesungguhnya. Berikut beberapa hambatan yang ditemui :

1. Ketika merekam suara *subject*, beberapa *subject* yang curiga bahwa ada sesuatu yang sedang disembunyikan (alat rekam) dan bertanya-tanya untuk apa *subject* membaca naskah.
2. Terdapat beberapa *subject* yang suka mengganti, menambahkan dan mengurangi kata-kata pada naskah.

3. Terdapat beberapa oknum yang mencoba iseng mengganggu proses pengumpulan data
4. Ketepatan menekan tombol merekam dengan waktu *subject* mulai membaca naskah tidak pas.

Peneliti tentu menemukan beberapa hambatan dalam pengumpulan adalah :

1. Berusaha sebaik mungkin menyembunyikan media alat rekam agar tidak diketahui oleh *subject* dan menyiapkan jawaban yang bisa menghindari kecurigaan dari *subject*.
2. Sebelum membaca naskah, beri waktu kepada *subject* untuk membaca naskah agar tidak ada kekeliruan. Jangan terburu-buru agar *subject* dapat membaca naskah dengan baik.
3. Meski dilakukan ditempat yang terbuka ataupun tertutup pastikan sebelum merekam suara *subject*, kondisi sudah kondusif dan tidak ada gangguan.
4. Pastikan tekan tombol rekam sebelum *subject* berbicara. Lebih baik terlalu cepat menekan tombol rekam daripada terlambat menekan.

Pada intinya, *subject* dipilih secara *random* namun terseleksi yakni pria berusia diatas 20 tahun. Pilih *subject* yang mewakili tiap tiap kelompok usia agar mencakup semua kalangan (tidak semua *subject* memiliki usia yang sama). Pengambilan rekaman suara dilakukan secara terbuka maupun tertutup, namun tetap pastikan tidak ada gangguan dan tidak usah terburu-buru supaya *subject* tidak *miss spelling*. Persiapkan naskah dan alat rekam telepon selular sebelum melakukan pengambilan data.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB V IMPLEMENTASI

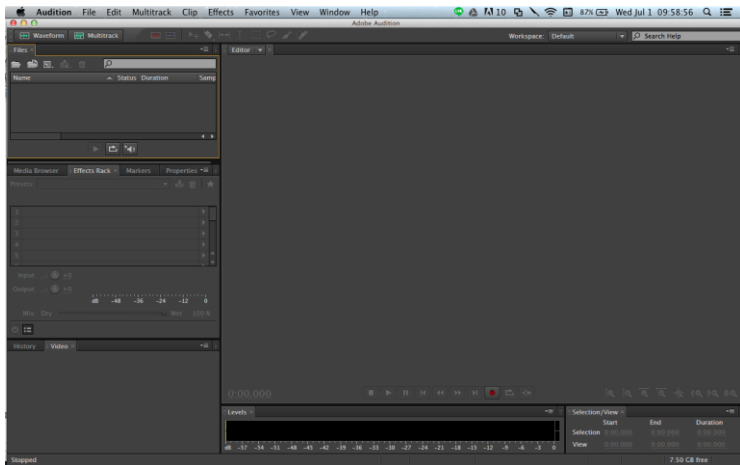
Bab ini menjelaskan terkait implementasi Interview protokol, penggalan informasi, penilaian pencapaian kematangan dan verifikasi.

5.1 Proses *Enhancement*

Proses *enhancement* dilakukan agar kualitas rekaman suara terdengar lebih baik dan jelas karena telah dibersihkannya noise yang mengganggu. Proses ini biasanya dilakukan untuk rekaman suara yang dilakukan pada ruangan terbuka yang memungkinkan lebih banyak noise pada rekaman suara.

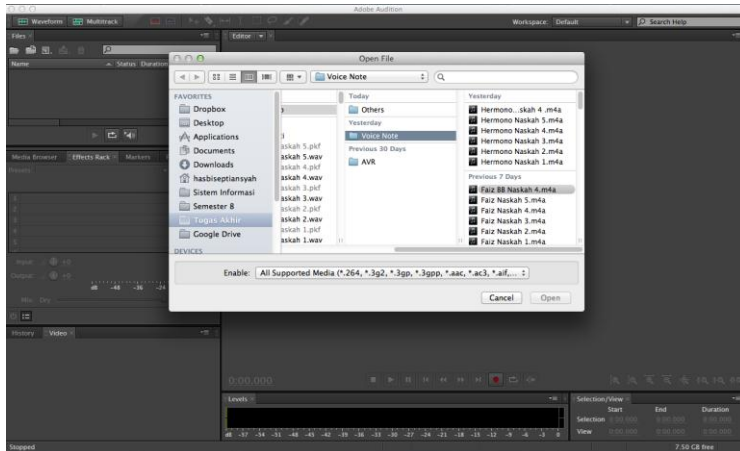
Pada penelitian ini proses *enhancement* dilakukan menggunakan software Adobe Audition CS 6. Berikut langkah-langkah proses *enhancement* menggunakan Adobe Audition CS 6 :

1. Buka aplikasi Adobe Audition CS 6. Lalu kita akan melihat jendela seperti berikut



Gambar 5. 1 Jendela Aplikasi Adobe Audition CS 6

2. Pilih *file* – pilih opsi *open* (command + O) lalu pilih *file* suara yang ingin di proses.

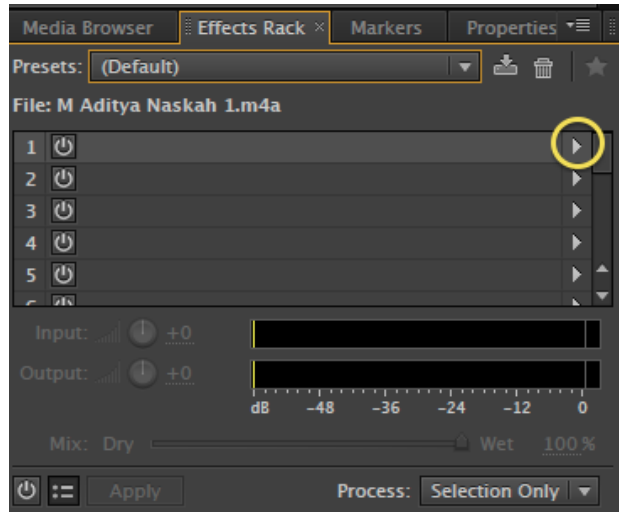


Gambar 5.2 Membuka *File Suara*

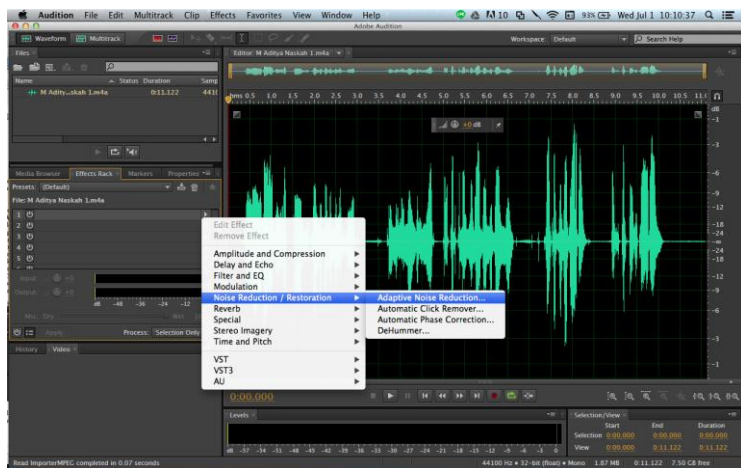


Gambar 5.3 *Interface File Suara yang Akan Diproses*

3. Setelah itu pada tab *Effects Rack* klik tanda panah ke kanan lalu pilih *Noice Reduction – Restoration – Adaptive Noise Reduction*

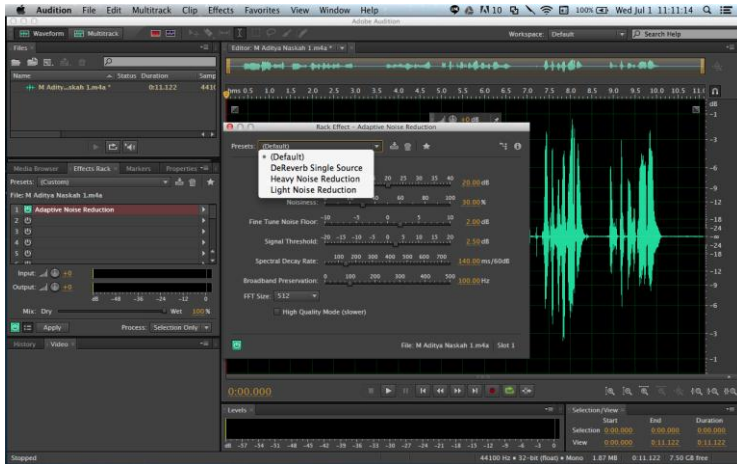


Gambar 5. 4 Menu Tab *Effect Rack*



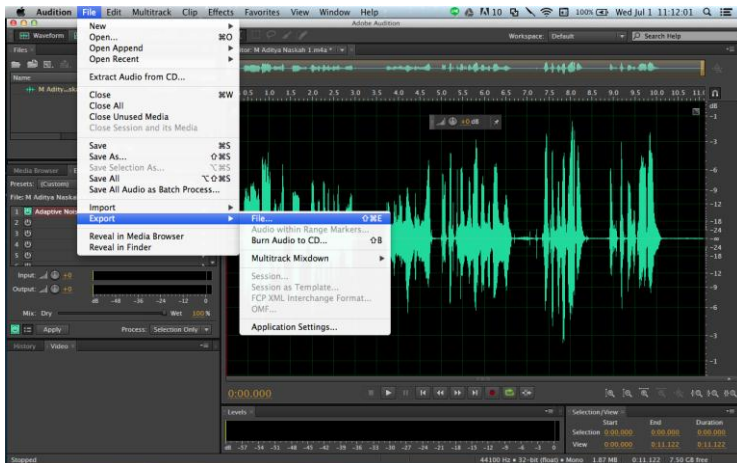
Gambar 5. 5 Memilih *Adaptive Noise Reduction*

4. Setelah itu pilih fitur *dropdown* pada *Presets* lalu pilih jenis *noise reduction* yang diinginkan.



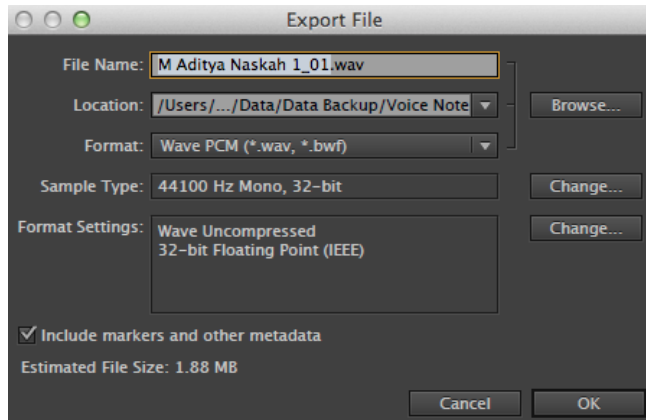
Gambar 5. 6 Memilih Noise Reduction

5. Lalu coba *play* kembali rekaman suara tersebut. Bila sudah terasa bersih dan jelas segera *export file*.
6. Untuk *export file* klik menu tab *file* - pilih *export* – pilih *File*..



Gambar 5. 7 Export File

7. Beri nama file yang akan di export tersebut dan tentukan dimana file itu akan tersimpan.



Gambar 5. 8 Rename File

Untuk mempermudah proses *enhancement* dan untuk mendapatkan hasil suara yang baik, peneliti melakukan pengambilan data ketika suasana sedang sepi. Sedikit memakan waktu karena harus menunggu suasana yang sepi. Seperti yang kita tau tidak selalu lingkungan terbuka berada di kondisi yang sepi. Peneliti tidak menemukan kendala dalam menjalankan proses ini.

5.2 Proses Decoding

Proses *decoding* dilakukan untuk mengetahui apakah suara rekaman tersebut terdengar jelas. Keluaran dari proses ini adalah berupa transkrip rekaman.

Tabel berikut merupakan rangkuman dari kejernihan suara pada masing-masing subjek yang dilihat dari per naskah.

Tabel 5. 1 Rangkuman Kejernihan Suara

Nama	Usia (Tahun)	Naskah				
		1	2	3	4	5
Adrian	32	v	v	v	v	v
Akbar Zota	27	v	v	v	v	v
Dimas	25	v	v	v	v	v
Agus Hadi	47	v	v	v	v	v
Gatot	55	v	v	v	v	v
Joko	29	v	v	v	v	v
Joni	42	v	v	v	v	v
Kun Agustiyono	58	v	v	v	v	v
Mu'in	65	x	v	v	v	v
M. Aditya	26	v	v	v	v	v
Razi Mauladani	23	v	v	v	v	v
Bambang Hadi	38	v	x	x	v	v
Tyo	33	v	v	v	v	v
Faiz Fanani	21	v	v	v	v	v
Hermiono	46	v	v	v	v	v

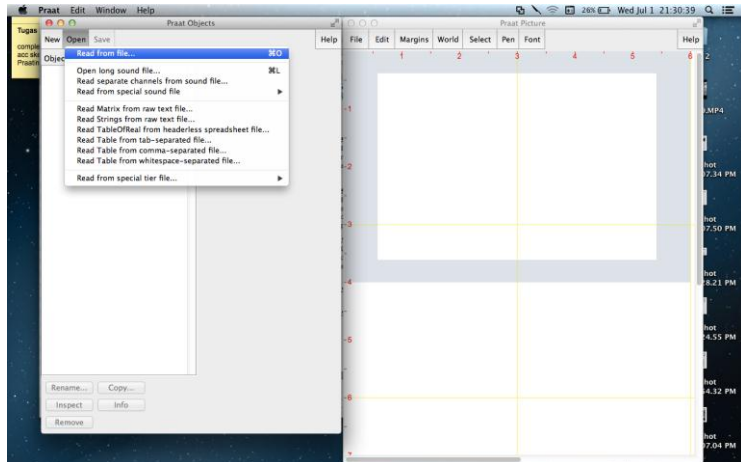
Pada naskah 1, 2, 3 di dapati tanda **x**, tanda tersebut memiliki arti bahwa tidak semua kata yang ada pada naskah terucap oleh *subject*. Kata yang tidak diucapkan oleh Mu'in pada naskah 1 adalah kata “yang2”, kata yang tidak diucapkan oleh Bambang Hadi pada naskah 2 adalah “sudah”, sedangkan kata yang diucapkan oleh Bambang Hadi pada naskah 3 adalah “mau”. Peneliti tidak menemukan kendala dalam menjalankan proses ini.

5.3 Proses Dengan Praat

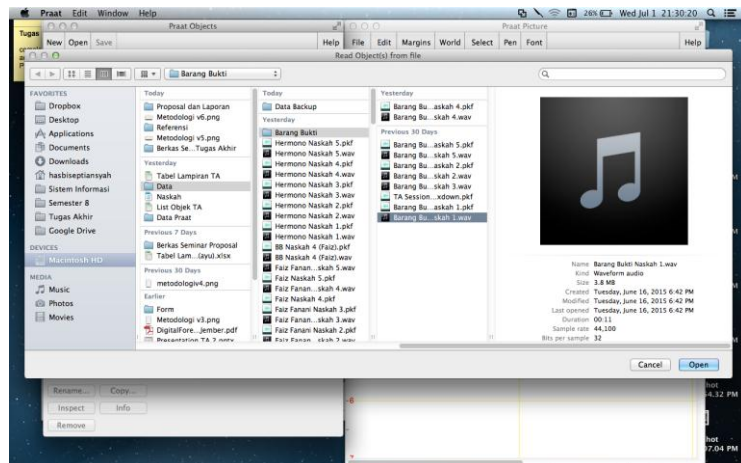
Proses ini adalah proses inti dari penelitian ini. Dengan aplikasi Praat dapat diketahui *pitch*, *forman* dan *spectrogram* dari tiap rekaman suara. Berikut pengimplementasian dari *pitch*, *forman* dan *spektogram* :

5.3.1. Pitch

Untuk menganalisis *pitch* pada praat, hal yang pertama dilakukan adalah *import* file suara yang sudah di noise filter ke aplikasi Praat. Buka aplikasi Praat, lalu pilih menu *Open*, pilih *Read from file*, lalu pilih file rekaman suara yang ingin di analisis.

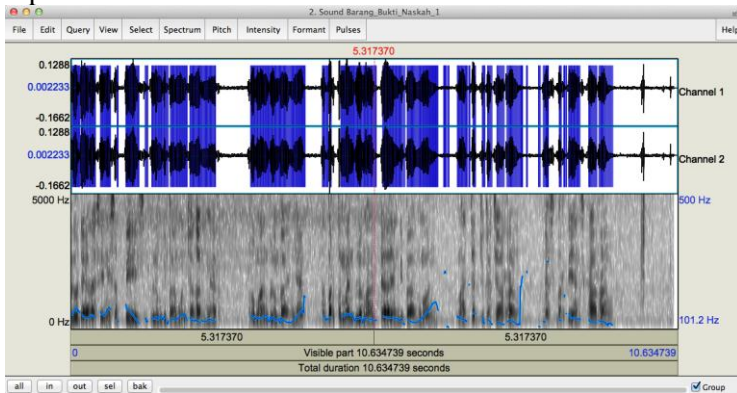


Gambar 5. 9 Langkah Analisis *Pitch* (1)



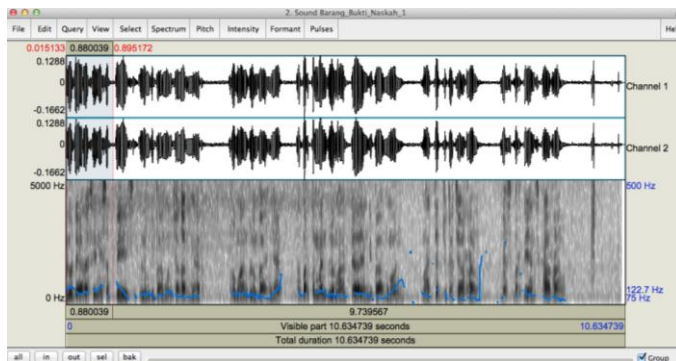
Gambar 5. 10 Langkah Analisis *Pitch* (2)

Setelah itu pilih *view and edit*. Maka akan muncul jendela seperti di bawah ini



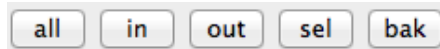
Gambar 5. 11 Jendela Menu *View and Edit*

Karena analisis yang dilakukan adalah kata per kata dari suara rekaman tersebut, maka dengarkan secara baik-baik kata-kata yang ingin di analisis, lalu lakukan blok pada grafik.



Gambar 5. 12 Blok grafik suara

Untuk mendapatkan blok yang presisi, klik *button in* di pojok kiri untuk zoom in. berikut penjelasan singkat mengenai *button* yang terletak di pojok kiri.



Gambar 5. 13 Zoom button

Tabel 5. 2 Penjelasan fungsi button pada menu view

All	All selection (untuk melihat grafik secara keseluruhan)
In	Zoom in (untuk memperbesar tampilan grafik)
Out	Zoom Out (untuk memperkecil tampilan grafik)
Sel	Selection (untuk melihat grafik yang di blok saja)
Bak	Back (kembali ke tampilan awal sebelumnya)

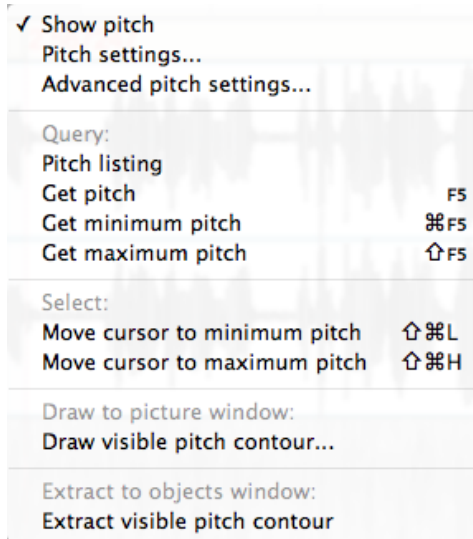
Setelah blok grafik satu kata tersebut lalu klik *File – Save selected sound as WAV file*. Dengan kata lain cara tersebut membuat potongan atau partisi tiap kata pada tiap rekaman. Bila pada suatu rekaman terdapat 30 kata, maka akan ada 30 save file as wav.

Setelah membuat potongan tiap kata, buka simpanan file potongan kata tersebut untuk diketahui nilai *pitch* nya. Jangan lupa untuk mengaktifkan *pitch* untuk melihat nilai *pitch* dengan cara memastikan opsi *Show pitch* tercentang. Cara untuk mengetahui opsi tersebut sudah tercentang atau belum adalah dengan meng-klik tab menu *pitch*, jika belum tercentang cukup klik *Show pitch*. Karena jika tidak mengaktifkan atau mencentang show *pitch* pada tab menu *Pitch* maka nilai *pitch* tidak akan keluar.



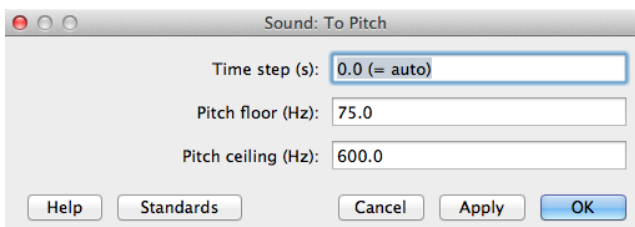
Gambar 5. 14 Jendela Warning Nilai Pitch

Untuk melihat *minimum*, *maximum* dan *mean*, pilih tab menu *Pitch*.



Gambar 5. 15 Menu *minimum, maximum dan mean pitch*

Sedangkan untuk melihat standart deviasi, sedikit agak berbeda dengan melihat nilai *minimum, maximum* dan *mean*. Kembali ke halaman awal Praat, pilih subject file yang ingin dilihat standart deviasinya, lalu pilih menu *Analyse periodicity* pilih *To Pitch*. Maka akan muncul jendela seperti dibawah ini



Gambar 5. 16 Jendela *Sound: To Pitch*

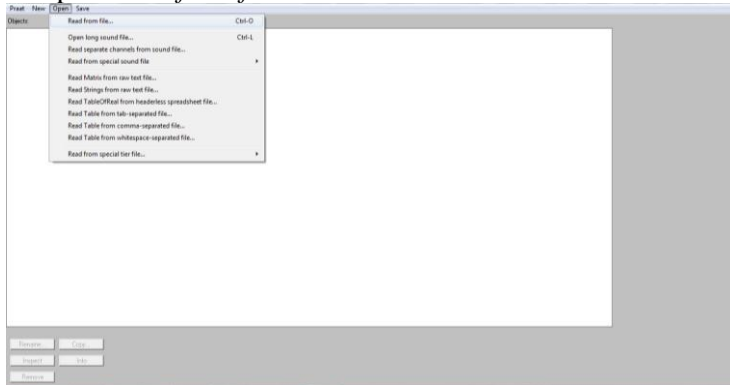
Klik Ok lalu akan muncul sebuah file baru dengan format nama awalan "*Pitch (nama file)*", lalu pilih menu *Query* lalu pilih *Get standart deviation*.

Lakukan proses ini terhadap semua file barang bukti dengan suara *suspect*. Lalu bandingkan suara *suspect* mana yang

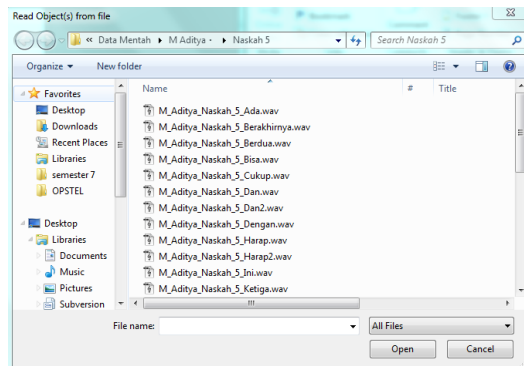
mempunyai nilai *pitch* yang mendekati dari suara barang bukti.

5.3.2. *Formant*

Untuk menganalisis formant, buka aplikasi Praat, *import* file audio yang sudah di pertisi per kata dengan klik menu *open* dan pilih *read from file*

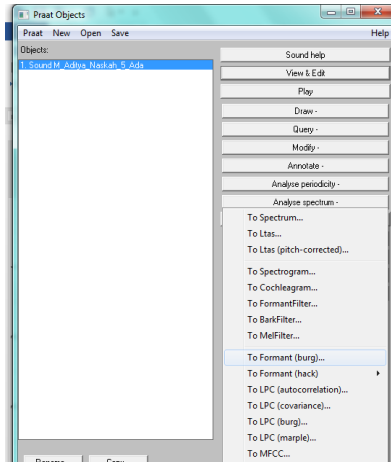


Gambar 5. 17 Membuka file
sehingga akan muncul kotak dialog untuk memilih file sebagai berikut



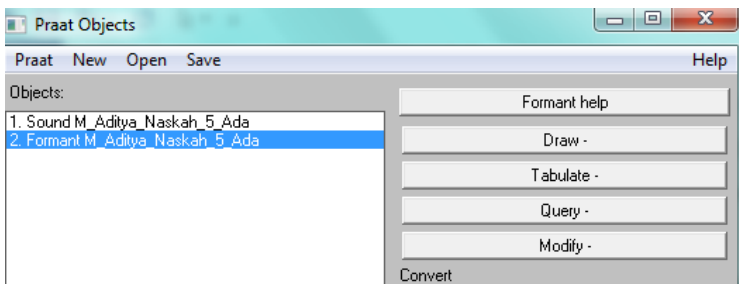
Gambar 5. 18 Kotak dialog import file

Setelah memilih file, maka file akan tertera pada *field* bagian kiri namun masih dalam bentuk audio/sound. Sedangkan untuk mengolah *formant*, data yang dibutuhkan harus berformat *formant*. Untuk merubahnya, klik pada menu bagian kanan *Analyze Spectrum* dan pilih to formant.



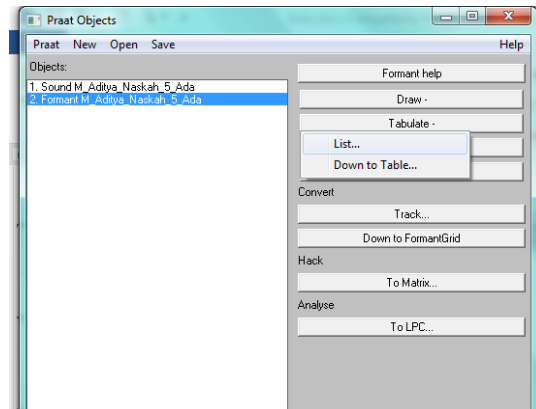
Gambar 5. 19 Jendela Awal Praat

Setelah itu, maka file akan berubah format seperti yang terlihat di gambar berikut. Setelah file berubah format, yang dilakukan adalah mencari nilai dari *forman* secara *numeric* dalam bentuk tabulan sehingga dapat dibandingkan secara statistik nantinya.



Gambar 5. 20 Output Forman

Untuk mencari nilai tersebut, klik pada file yang sudah berbentuk *formant*, kemudian pada menu sebelah kanan, pilih *tabulate – list*.



Gambar 5. 21 Memilih Menu *Tabulate-List*

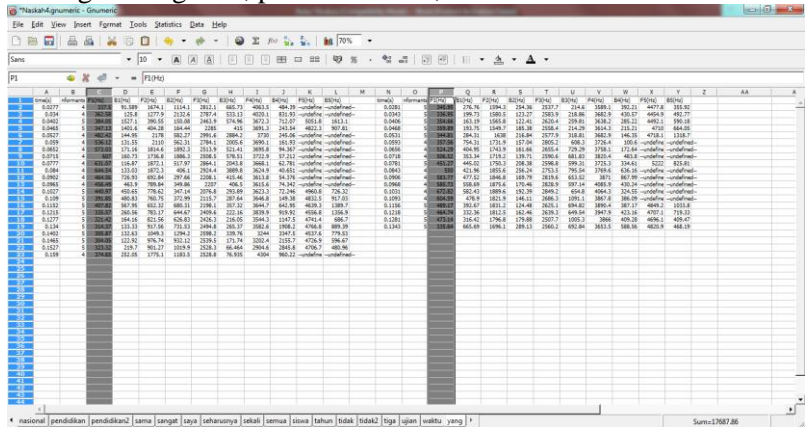
Berikut adalah hasil dari nilai *formant* dalam bentuk *numeric*.

 The image shows the 'Praat Info' window displaying a table of formant values. The table has columns for Time (s), nformants, F1 (Hz), B1 (Hz), F2 (Hz), B2 (Hz), F3 (Hz), and B3 (Hz). The data is as follows:

Time (s)	nformants	F1 (Hz)	B1 (Hz)	F2 (Hz)	B2 (Hz)	F3 (Hz)	B3 (Hz)
0.027370	5	571.802	72.896	1681.131		914.887	2601.548
0.033620	5	549.288	66.921	1671.186		793.023	2639.715
0.039870	5	521.759	53.629	1567.610		372.995	2688.956
0.046120	5	497.472	41.351	1547.943		237.248	2702.085
0.052370	5	438.682	71.761	1606.909		361.330	2649.360
0.058620	4	383.794	100.684	1835.348		319.764	2620.689
0.064870	5	406.373	428.557	1785.906		689.016	2040.359
0.071120	5	346.019	349.511	1812.730		916.610	2027.098
0.077370	5	319.024	211.444	1840.750		1155.488	
0.083620	5	339.099	262.880	2082.878		1292.472	
0.089870	4	383.832	240.538	1984.271		681.976	2641.548
0.096120	5	421.807	301.418	1836.246		711.025	2589.729
0.102370	5	452.055	129.932	1613.504		321.787	2576.927
0.108620	5	491.962	100.870	1552.156		169.640	2633.652
0.114870	5	503.348	53.792	1491.967		112.180	2649.176
0.121120	5	531.492	51.310	1453.971		119.298	2718.336
0.127370	5	539.877	48.679	1451.047		121.808	2707.767

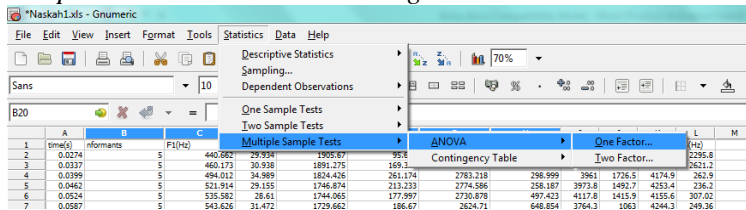
Gambar 5. 22 Nilai *Forman* dalam *Numeric*

Untuk membandingkan kedua data, dilakukan perbandingan untuk nilai formant 1,2 dan 3. Langkah pertama adalah untuk masing-masing kata, pilih formant 1,



Gambar 5. 25. Memilih Formant yang akan dibandingkan

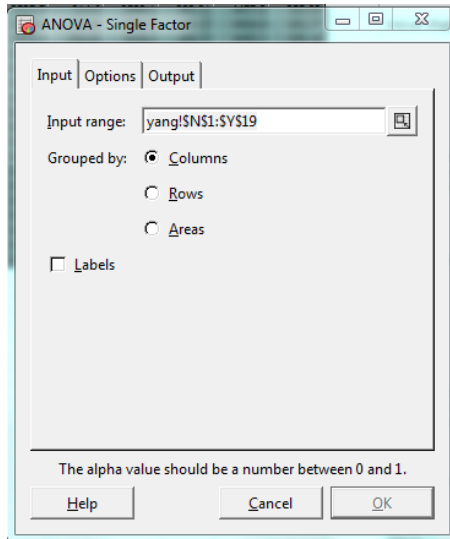
Selanjutnya, untuk melihat perbandingan kesamaan dari kedua data tersebut, dilakukan analisis ANOVA. Cara melakukannya adalah dengan mengklik pada menu bar *Statistic – Multiple Sample Sets – ANOVA – One Single Factor*



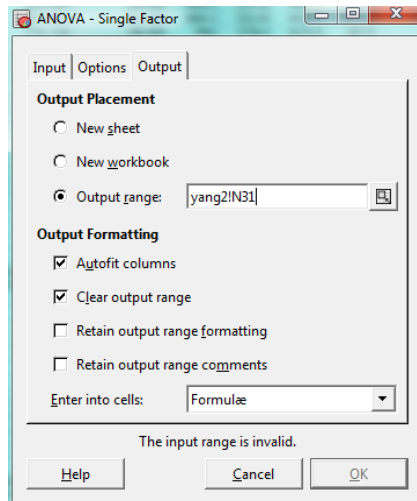
Gambar 5. 26 Analisis ANOVA (1)

Kemudian akan muncul kotak dialog untuk pengaturan *input* dan *output* dari data yang akan dianalisis.

Pada tab *input*, masukan *range* dari data yang akan dibandingkan. Sedangkan pada tab *output*, masukkan *range* untuk luaran dari hasil analisis ANOVA kedua data yang telah dibandingkan.



Gambar 5. 27 Analisis ANOVA (2)



Gambar 5. 28 Analisis ANOVA (3)

Pada penelitian kali ini dilakukan perbandingan nilai *formant* 1 sampai dengan nilai *formant* 3, maka lakukan hal yang sama

untuk formant 2 dan 3 sehingga hasil yang didapatkan berupa 3 analisis ANOVA yang mengandung perbandingan dari nilai *formant* dan *formant critical* pada masing-masing kata.

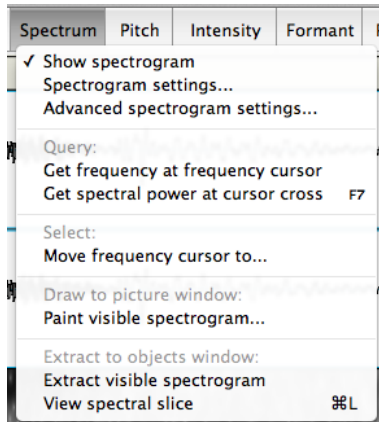
The screenshot displays three ANOVA tables in an Excel spreadsheet. The first table is for 'Formant 2', the second for 'Formant 3', and the third for 'Formant Critical'. Each table follows a similar structure: a 'SUMMARY' section with columns for Group, Count, Sum, Average, and Variance; an 'ANOVA' section with columns for Source of Variation, Sum of Squares, Degrees of Freedom, Mean Square, F, and P-value; and a 'Residuals' section with columns for Source of Variation, Sum of Squares, Degrees of Freedom, Mean Square, F, and P-value. The data is organized into columns labeled A1 through A30.

Gambar 5. 29 Hasil Analisis ANOVA

Lakukan proses ini terhadap semua file barang bukti dengan suara *suspect*. Lalu bandingkan suara *suspect* mana yang mempunyai nilai *formant* yang mendekati dari suara barang bukti.

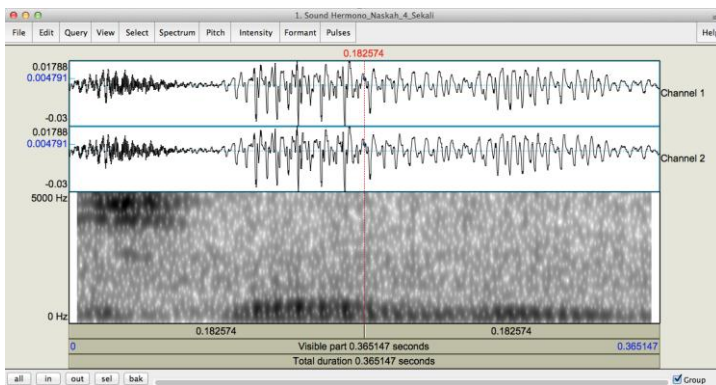
5.3.3. Spectrogram

Buka aplikasi praat, lalu open file yang ingin dilihat spektogramnya (file yang sudah di partisi per kata dari rekaman aslinya). Pilih menu *View & Edit* lalu pilih menu tab *Spectrum* dan pastikan opsi *Show spectrogram* tercentang.



Gambar 5. 30 Memilih Menu *Show Spectrogram*

Maka akan muncul jendela seperti dibawah ini.



Gambar 5. 31 Jendela *Spectrogram*

Lalu *screenshot* bagian *spectrogram* untuk dibandingkan dengan *spectrogram* naskah barang bukti. Bisa juga dengan cara setelah membuka file suara, pilih *Analyze Spectrum* lalu pilih *To Spectrogram*. Lalu klik view.

Lakukan proses ini terhadap semua file barang bukti dengan suara *suspect*. Lalu bandingkan suara *suspect* mana yang mempunyai nilai *formant* yang mendekati dari suara barang bukti.

BAB VI

HASIL DAN PEMBAHASAN

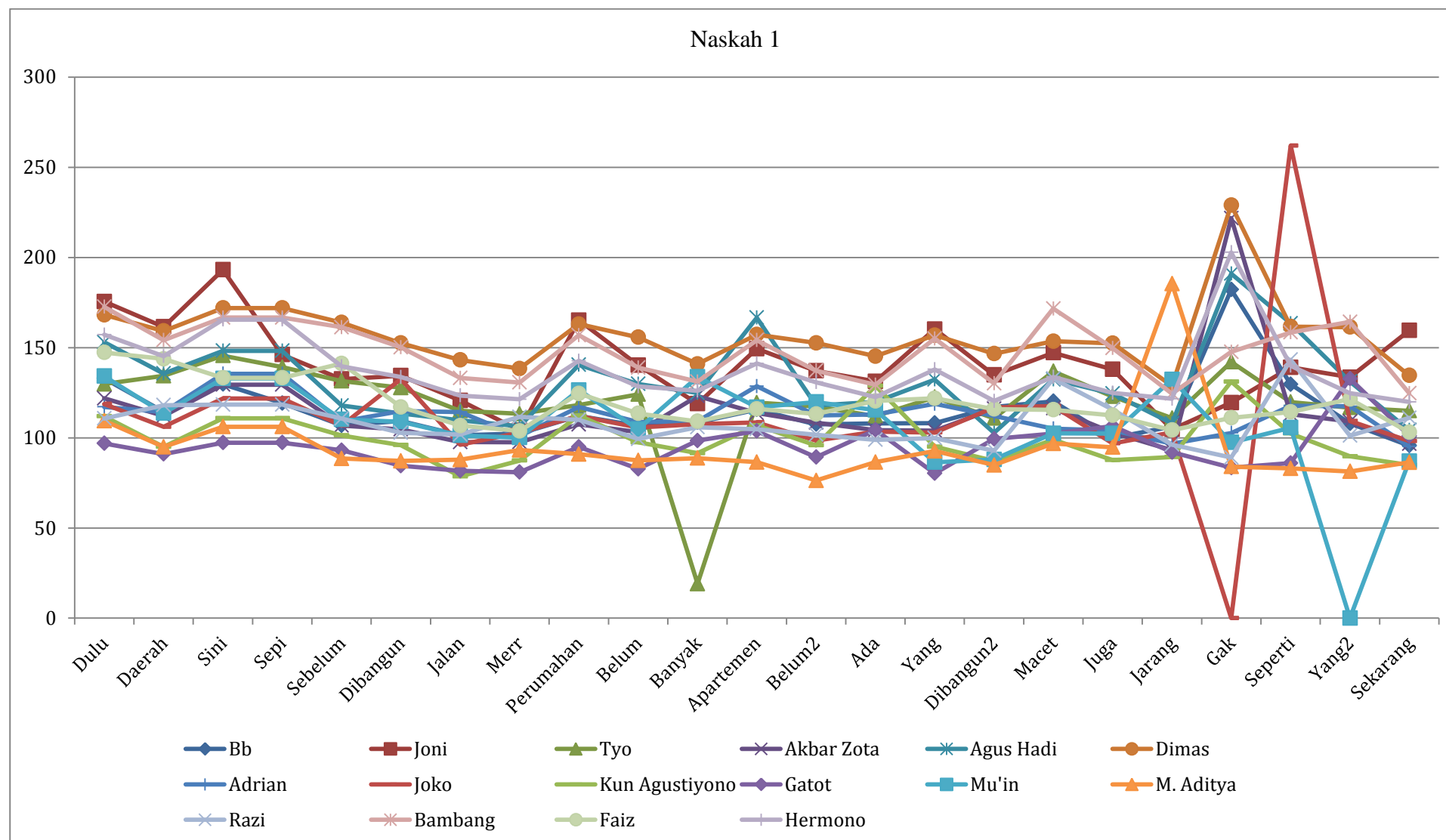
Bab ini akan menjelaskan hasil yang didapatkan dari penelitian ini, dan pembahasan secara keseluruhan yang didapatkan dari penelitian.

6.1 Hasil Analisis

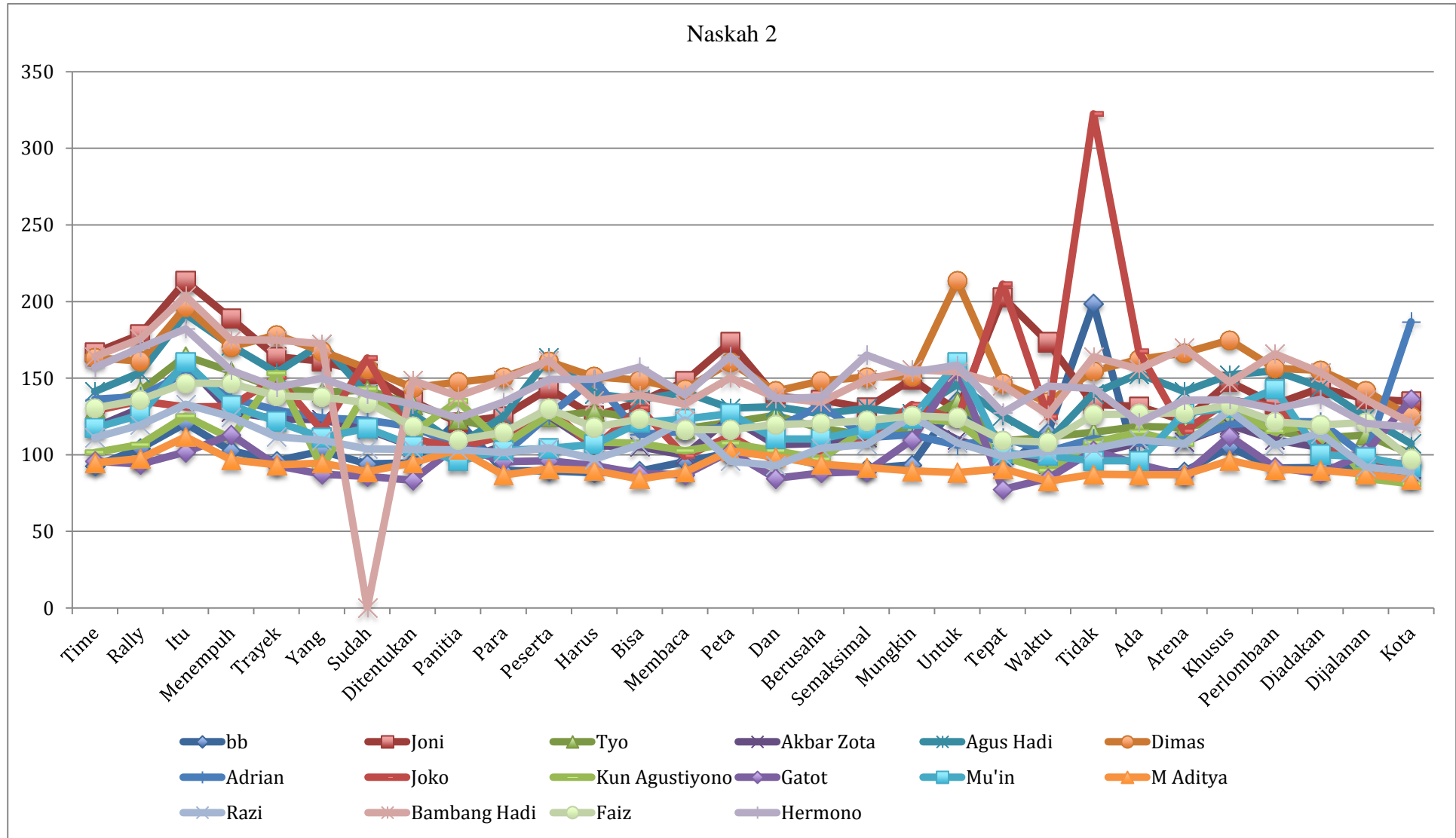
Berikut adalah hasil analisis yang sudah dilakukan menggunakan aplikasi Praat :

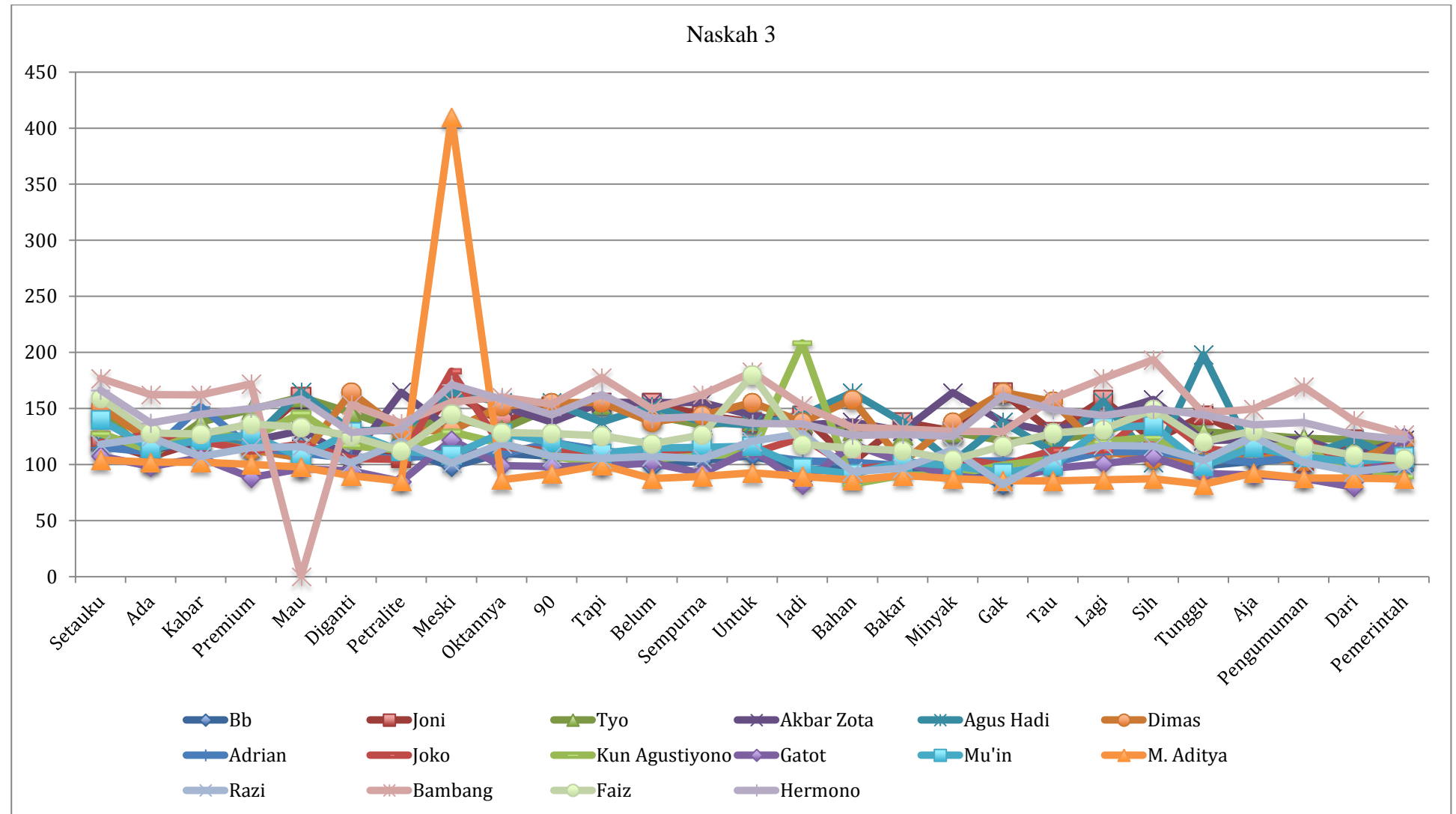
6.1.1 Hasil Analisis *Pitch*

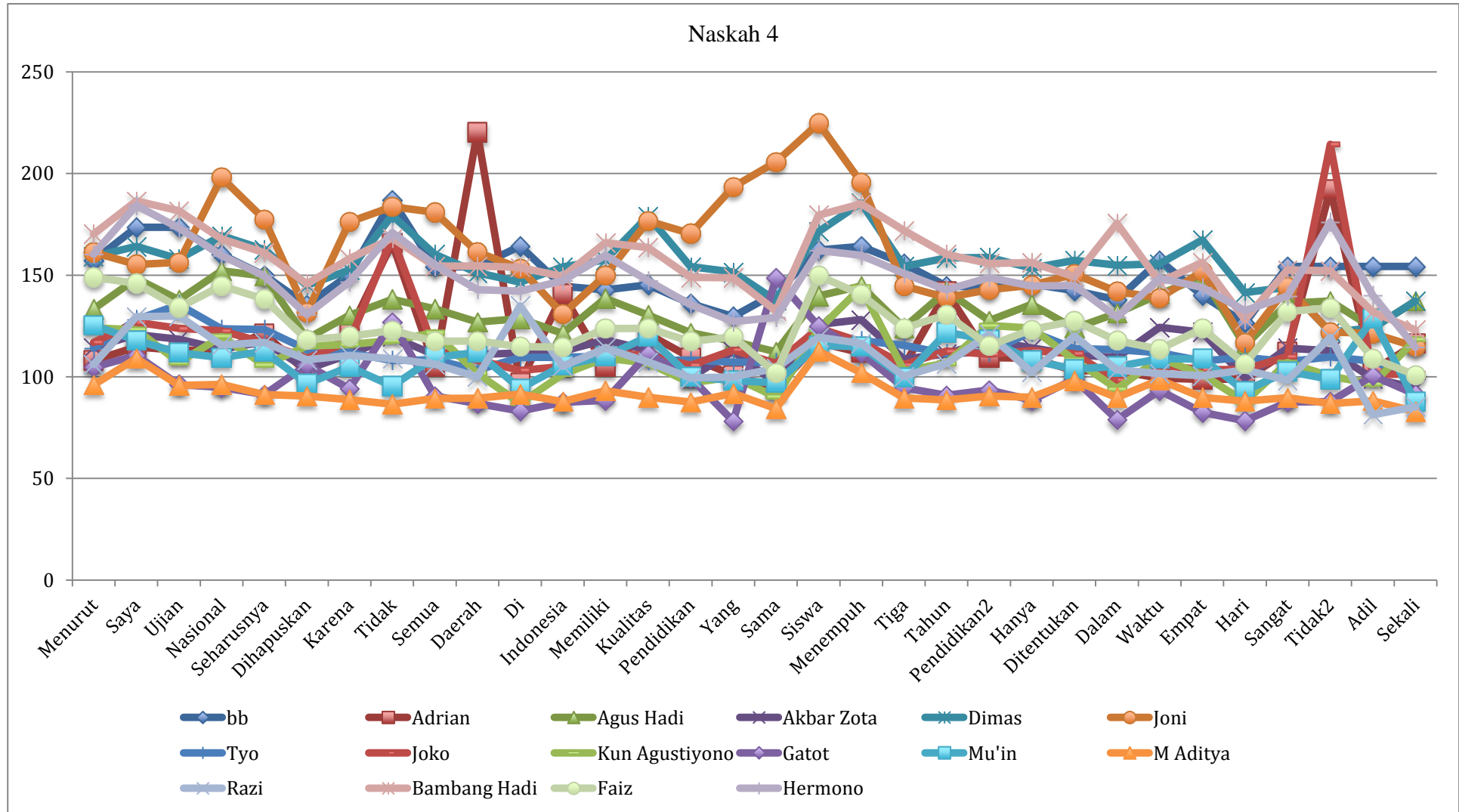
Setelah melalui proses dengan Praat dan mencari *pitch* suara *suspect* mana yang mempunyai nilai yang mendekati *pitch* dari suara barang bukti. Berikut hasil pencarian nilai *pitch* suara *suspect* yang mendekati nilai *pitch* dari barang bukti :



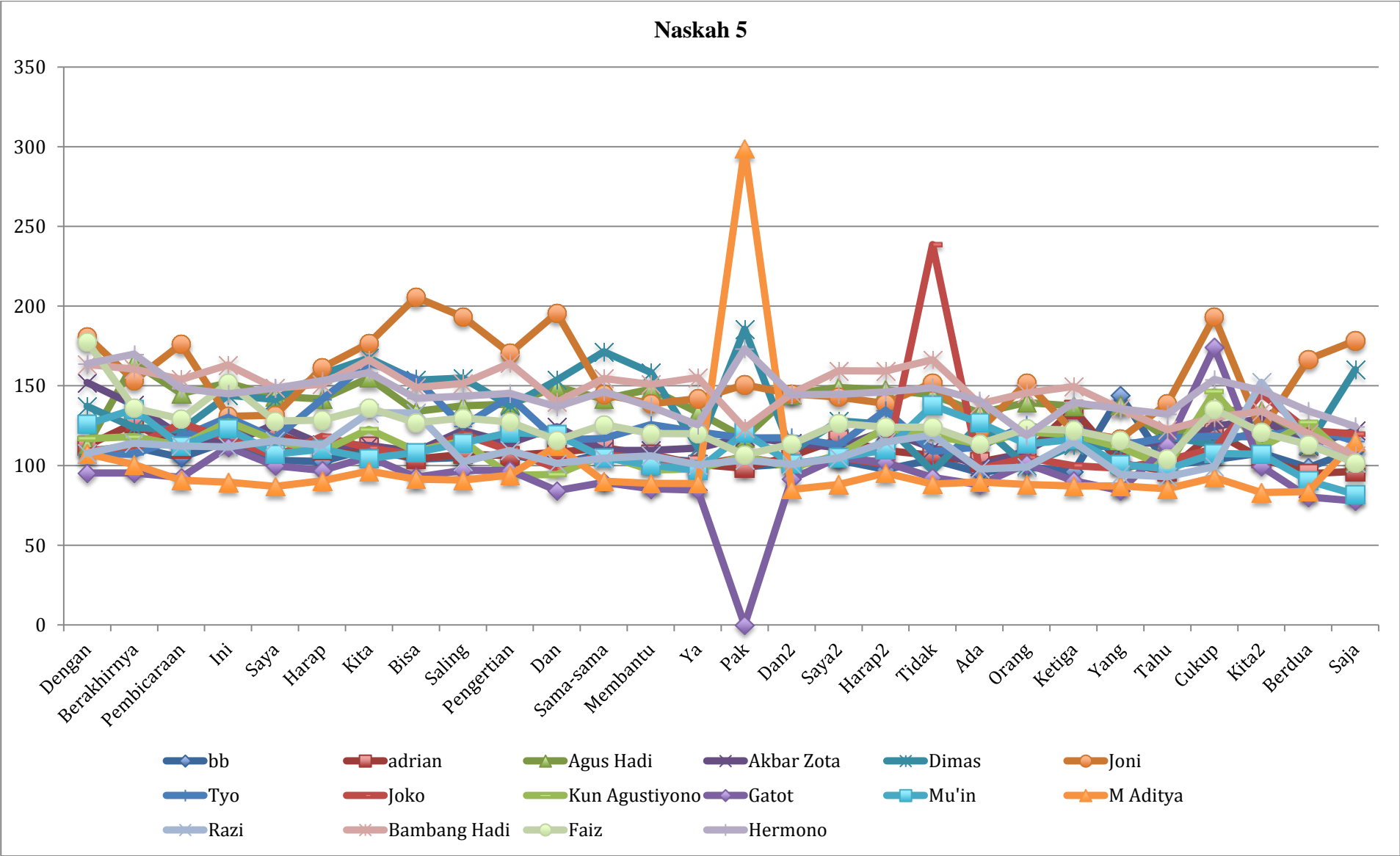
Gambar 6. 1 Hasil analisis *pitch* naskah 1

Gambar 6. 2 Hasil analisis *pitch* Naskah 2

Gambar 6. 3 Hasil analisis *pitch* Naskah 3



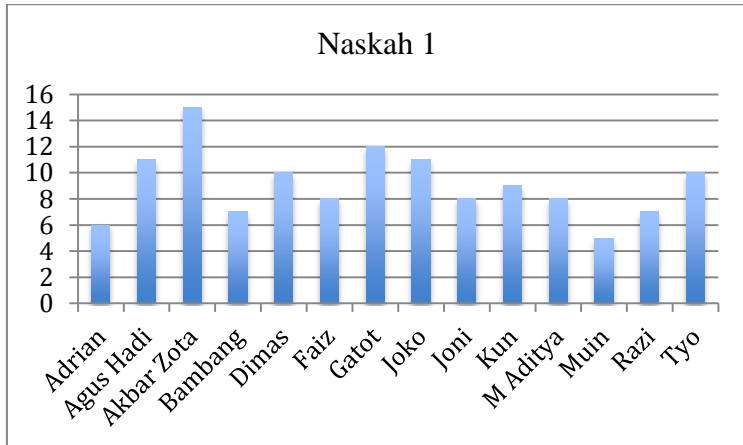
Gambar 6. 4 Hasil analisis *pitch* Naskah 4



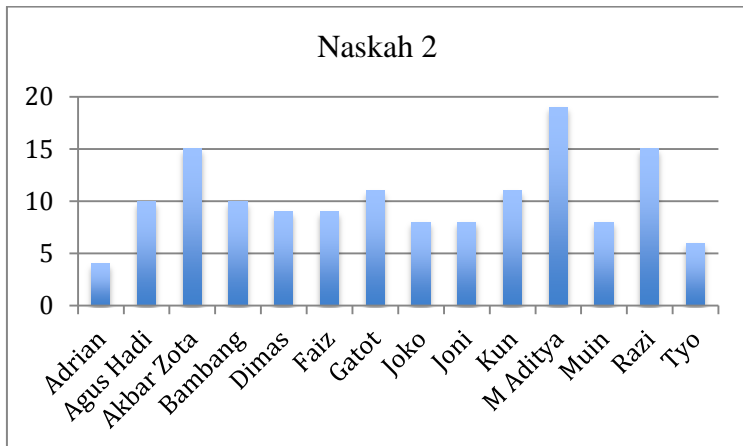
Gambar 6. 5 Hasil analisis *pitch* naskah 5

6.1.2 Hasil Analisa *Formant*

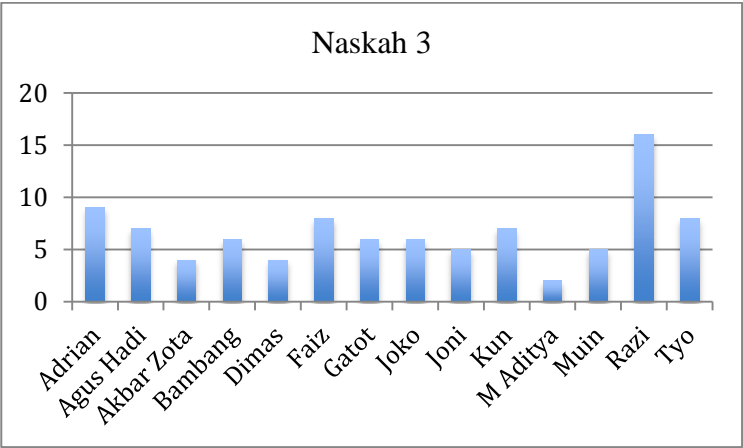
Berikut ini adalah hasil *Formant* dan perbandingan antara *Formant* suara *subject* yang identik dengan *Formant* barang bukti :



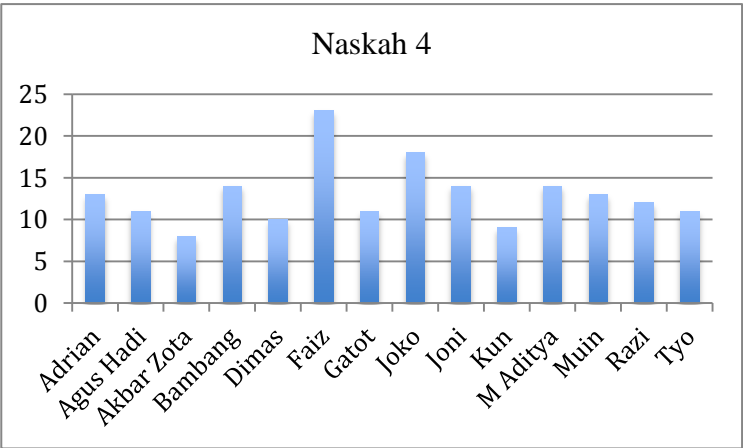
Gambar 6. 6 Hasil analisis *formant* naskah 1



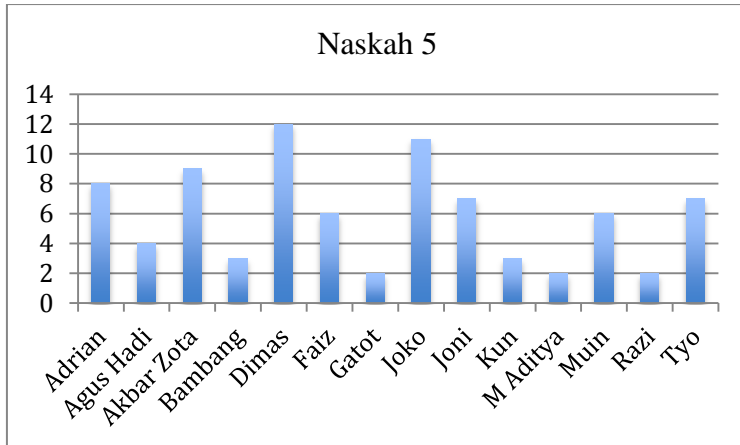
Gambar 6. 7 Hasil analisis *formant* naskah 2



Gambar 6. 8 Hasil analisis *formant* naskah 3



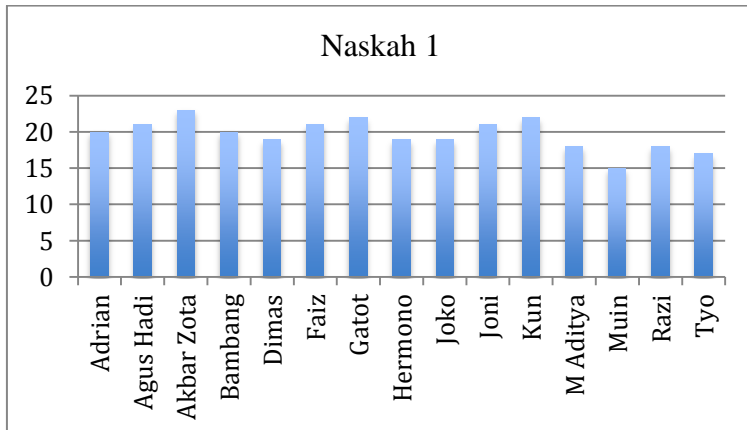
Gambar 6. 9 Hasil analisis *formant* naskah 4



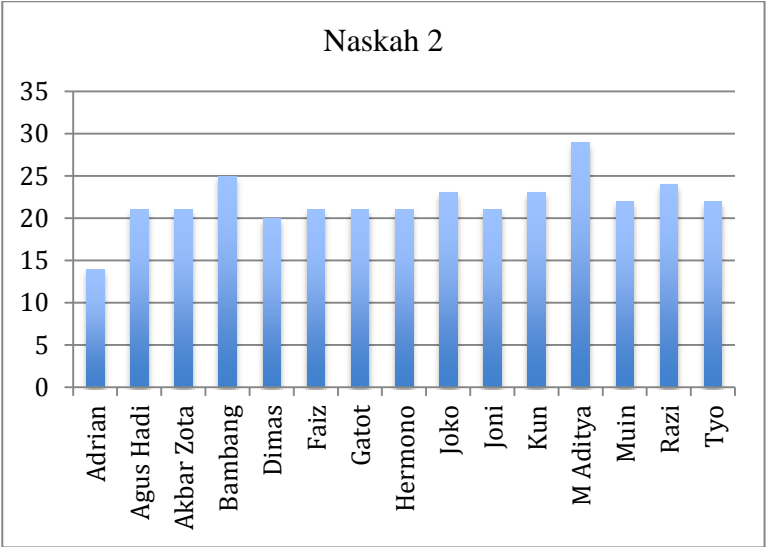
Gambar 6. 10 Hasil analisis *formant* naskah 5

6.1.3 Hasil Analisa Spectrogram

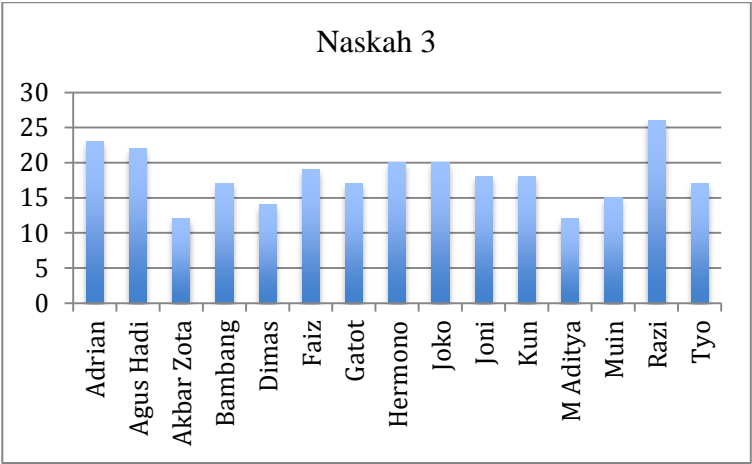
Berikut ini adalah hasil *Spectrogram* dan perbandingan antara *Spectrogram*



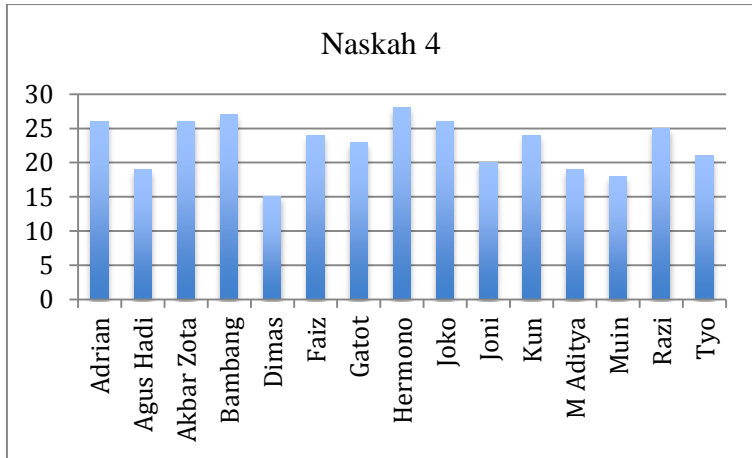
Gambar 6. 11 Hasil analisis *spectrogram* naskah 1



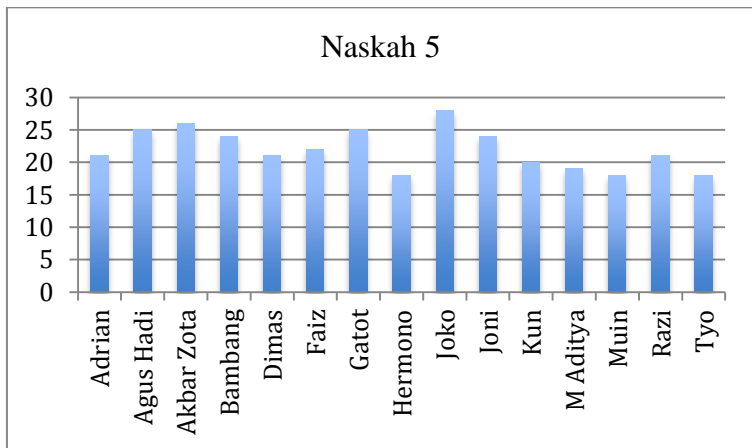
Gambar 6. 12 Hasil analisis *spectrogram* naskah 2



Gambar 6. 13 Hasil analisis *spectrogram* naskah 3



Gambar 6. 14 Hasil analisis *spectrogram* naskah 4



Gambar 6. 15 Hasil analisis *spectrogram* naskah 5

6.2 Pembahasan Hasil Analisis

Berikut adalah pembahasan dari analisis yang sudah dilakukan dengan menggunakan aplikasi Praat :

6.2.1. Pembahasan Hasil Analisis *Pitch*

Subject yang identik memiliki nilai *pitch* yang mendekati nilai *pitch* barang bukti. Dari **Gambar 6.1 – Gambar 6.5**, dapat dilihat bahwa perbandingan nilai *pitch* ke-15 *subject* dengan barang bukti memiliki perbedaan yang besar. Sehingga dapat disimpulkan bahwa analisa *pitch* sangat **kuat** untuk menentukan kemiripan suara dengan teknik *voice recognize*. Setiap orang memiliki nilai *pitch* yang berbeda karena intonasi pengucapan kata tiap orang berbeda. Tidak menutup kemungkinan terdapat nilai *pitch* dari beberapa *subject* yang hampir sama. Lihat pada **Tabel 6.1** untuk melihat contoh nilai *pitch subject* yang identik dengan barang bukti.

Tabel 6. 1 Contoh hasil *pitch* dari subject yang identik dengan barang bukti

Dulu		
Nilai <i>pitch</i>	Barang Bukti	Suara Subjek
<i>Minimum</i> (Hz)	119.5043177	107.4165088
<i>Maximum</i> (Hz)	141.5777193	138.2395103
<i>Mean</i> (Hz)	132.9729519	121.8640189
<i>Standard Deviation</i> (Hz)	6.739277737	11.28966288
Daerah		
Nilai <i>pitch</i>	Barang Bukti	Suara Subjek
<i>Minimum</i> (Hz)	109.9883837	102.6428303
<i>Maximum</i> (Hz)	122.1019733	130.8608229
<i>Mean</i> (Hz)	114.4464872	112.0858587
<i>Standard Deviation</i> (Hz)	3.844642195	6.243214098
Sini		
Nilai <i>pitch</i>	Barang Bukti	Suara Subjek
<i>Minimum</i> (Hz)	116.7036499	117.8795114

Maximum (Hz)	143.4630126	140.960547
Mean (Hz)	129.7521904	129.4691164
Standard Deviation (Hz)	8.893137927	7.416453873

Berdasarkan analisis *pitch* yang sudah dilakukan, terdapat *subject* yang memiliki nilai *pitch* yang mendekati nilai *pitch* suara barang bukti. Berikut tabel hasil analisis *pitch* suara *subject* yang identik dengan barang bukti :

Tabel 6. 2 Hasil analisis *pitch*

Suara Barang Bukti	Suara <i>Suspect</i> yang mendekati
Barang Bukti 1	Akbar Zota
Barang Bukti 2	M. Aditya
Barang Bukti 3	Razi M.
Barang Bukti 4	Hermono
Barang Bukti 5	Joko

6.2.2. Pembahasan Hasil Analisis *Formant*

Subject yang identik memiliki nilai *formant* yang mendekati nilai *formant* barang bukti. Dari **Gambar 6.6 – Gambar 6.10**, dapat dinilai bahwa perbandingan nilai *formant* ke-15 subjek dengan barang bukti memiliki perbedaan yang besar. Sehingga dapat disimpulkan bahwa analisa *formant* sangat **kuat** untuk menentukan kemiripan suara dengan teknik *voice recognize*.

Formant ditentukan oleh *vocal tract* (*articulator*) yang meneruskan dan memfilter bunyi keluaran (*output*) berupa kata-kata. Untuk mengidentifikasi *formant* seseorang paling tidak ada 3 *formant* yang dianalisis yaitu *Formant 1* (F1), *Formant 2* (F2) dan *Formant* (F3). *Formant 4* dan 5 akan dianalisis apabila *forman* 1, 2, 3 ditolak atau *rejected*. Lihat pada **Tabel 6.3** untuk melihat contoh nilai *formant subject* yang identik dengan barang bukti.

Tabel 6. 3 Contoh hasil *formant* dari subject yang identik dengan barang bukti

Kata	Parameter	Formant 1	Formant 2	Formant 3
Ada	Nilai <i>Formant</i>	1.00333	0.004784	6.358581
	<i>P-value</i>	0.319133	0.945007	0.013401
	Nilai <i>Formant critical</i>	2.760866	2.760866	2.760866
	Keterangan	<i>Accepted</i>	<i>Accepted</i>	<i>Rejected</i>
Apartemen	Nilai <i>Formant</i>	0.421618	8.850359	0.621293
	<i>P-value</i>	0.656754	0.003413	0.431803
	Nilai <i>Formant critical</i>	0.696339	0.457136	2.739049
	Keterangan	<i>Accepted</i>	<i>Rejected</i>	<i>Accepted</i>
Banyak	Nilai <i>Formant</i>	3.328937	0.135244	0.110302
	<i>P-value</i>	0.07035	0.713649	0.740332
	Nilai <i>Formant critical</i>	2.74422	2.74422	2.74422
	Keterangan	<i>Rejected</i>	<i>Accepted</i>	<i>Accepted</i>

Berdasarkan analisis *formant* yang sudah dilakukan, terdapat *subject* yang memiliki nilai *formant* yang mendekati nilai *formant* suara barang bukti. Berikut tabel hasil analisis *formant* suara *subject* yang identik dengan barang bukti :

Tabel 6. 4 Hasil analisis *formant*


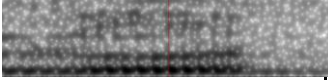
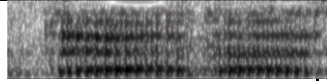
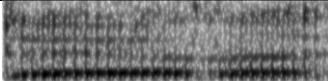
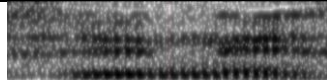
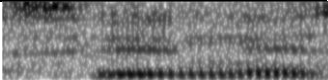
Suara Barang Bukti	Suara <i>Suspect</i> yang mendekati
Barang Bukti 1	Akbar Zota
Barang Bukti 2	M. Aditya
Barang Bukti 3	Razi M.
Barang Bukti 4	Hermono
Barang Bukti 5	Joko

6.2.3. Pembahasan Hasil Analisis *Spectrogram*

Subject yang identik memiliki nilai *spectrogram* yang mendekati nilai *spectrogram* barang bukti. Dari gambar hasil analisa diatas, perbandingan nilai pitch ke-15 *subject* dengan barang bukti memiliki perbedaan yang besar. Sehingga dapat disimpulkan bahwa analisa *spectrogram* sangat **lemah** untuk menentukan kemiripan suara dengan teknik *voice recognize*.

Spectrogram membentuk pola-pola pengucapan kata-kata yang khas. Setelah mengetahui *spectrogram* tiap *subject* dan membandingkannya dengan barang bukti, banyak sekali *spectrogram* yang identik. Dapat disimpulkan bahwa *spectrogram* sangat lemah untuk melakukan validasi dalam teknik *voice recognize*. Lihat pada **Tabel 6.5** untuk melihat contoh nilai *spectrogram subject* yang identik dengan barang bukti.

Tabel 6. 5 Contoh hasil *spectrogram* dari subject yang identik dengan barang bukti

Kata	Barang Bukti	<i>Subject</i>
Dulu		
Daerah		
Sini		

Berikut tabel hasil analisis *spectrogram* suara *subject* yang identik dengan barang bukti :

Tabel 6. 6 Hasil analisis *spectrogram*

Suara Barang Bukti	Suara <i>Suspect</i> yang mendekati
Barang Bukti 1	Akbar Zota
Barang Bukti 2	M. Aditya
Barang Bukti 3	Razi M.

Barang Bukti 4	Hermono
Barang Bukti 5	Joko

Dari pengamatan yang sudah dilakukan berdasarkan :

1. Pengamatan *Pitch* berdasarkan nilai minimum, maksimum, rata-rata dan juga standar deviasi dari masing-masing subjek yang dibandingkan dengan barang bukti
2. Perbandingan nilai statistik ANOVA dari ketiga formant dari tiap subjek dan juga barang bukti
3. Pengamatan kecenderungan kemiripan pola yang didapatkan dari tiap-tiap subjek pelaku terhadap barang bukti

dapat disimpulkan bahwa pada tiap-tiap naskah subjek pelaku memang memiliki kecenderungan nilai perbandingan yang mendekati terhadap barang bukti, berikut adalah daftar subjek pelaku

Tabel 6. 7 Daftar *Subject* Pelaku

Suara Barang Bukti	Suara <i>Suspect</i> yang mendekati
Barang Bukti 1	Akbar Zota
Barang Bukti 2	M. Aditya
Barang Bukti 3	Razi M.
Barang Bukti 4	Hermono
Barang Bukti 5	Joko

BAB VII PENUTUP

Bab ini akan menjelaskan kesimpulan dari penelitian tugas akhir ini, beserta saran yang dapat bermanfaat untuk perbaikan di penelitian selanjutnya.

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan pada bab sebelumnya serta mengacu pada rumusan masalah, berikut ini kesimpulan yang dapat diberikan:

1. Skenario yang digunakan berupa 5 naskah dengan masing- masing naskah memiliki minimal jumlah kata sebanyak 20 kata dan diterapkan pada 15 *subject* dengan varian umur yang berbeda. Suara masing-masing *subject* diidentifikasi kesamaan dan kecenderungan kemiripan terhadap barang bukti. Skenario dibuat semirip mungkin dengan kondisi lapangan yang sesungguhnya agar mendapatkan suara subjek dan barang bukti digital yang natural dan wajar. Kondisi lapangan yang diciptakan adalah sebagai berikut :
 - a. Eksperimen dilakukan di tempat terbuka atau tertutup.
 - b. Perekaman suara barang bukti dilakukan dengan diam-diam tanpa diketahui oleh lawan bicara.
 - c. Media alat rekam yang digunakan adalah telepon selular yang sudah memiliki fitur *voice note*.
 - d. Dilakukan senatural mungkin agar *subject* yang direkam suaranya tidak dengan sengaja membuat suaranya berbeda dari biasanya (anomali suara).
2. Dari hasil eksperimen, didapatkan bahwa percobaan *satu dan dua* identik berdasarkan 3 faktor penilaian yaitu pitch, formant dan spektogram.
3. Dari eksperimen yang telah dilakukan, beberapa kondisi yang mempengaruhi kemiripan suara antara lain :

- a. Intonasi menentukan pitch karena setiap orang memiliki intonasi pengucapan kata yang kebanyakan berbeda. Intonasi juga ditentukan berdasarkan emosi saat berbicara.
 - b. Frekuensi dan getaran suara menentukan *formant*.. Hal ini dikarenakan setiap orang memiliki frekuensi getar pita suara yang berbeda.
 - c. Artikulasi. Jika kata yang diucap berbeda maka hasil *spectrogram* akan berbeda
4. Pada dasarnya masing-masing indikator memiliki peran yang sama dalam hal mengukur keidentikan suatu audio dengan audio lainnya. Hanya saja yang membedakan adalah faktor yang akan diukur tanpa melemahkan fungsi dari indikator yang lain. Namun berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan *spectrogram* adalah faktor yang paling lemah dalam teknik *voice recognize* karena banyak kata yang diucapkan oleh banyak *subject* yang identik dengan barang bukti.

Teknik digital forensik suara tidak dapat melakukan validasi barang bukti karena tidak ada standart validasi yang ditentukan. Teknik digital forensik hanya dapat memberikan hasil dari analisa kemiripan suara barang bukti dengan suara tersangka.

7.2 Saran

Berikut ini uraian saran yang dapat dijadikan pertimbangan berdasarkan kesimpulan dan hasil analisis yang telah dilakukan sebelumnya, sebagai berikut:

1. Lakukan penelitian untuk kalangan atau studi kasus yang berbeda
2. Lakukan *voice recognize* dengan naskah barang bukti yang berbeda dengan suara *subject*.
3. Dalam teknik *voice recognize* terdapat beberapa indikator yang menentukan keidentikan suara, lakukan

penelitian dengan menggunakan indikator selain *Pitch*, *Formant* dan *Spectogram*.

4. Penelitian *voice recognize* dari media alat rekam yang berbeda
5. Penggunaan aplikasi selain Praat untuk melihat indikator *Pitch*, *Formant* dan *Spectogram*.

DAFTAR PUSAKA

- [1] M. Nuh AL-Azhar, *Digital Forensic : Panduan Praktis Investigasi Komputer*. Jakarta: Salemba Infotek, 2012.
- [2] Jose R.L Batubara, "Adolescent Development (Perkembangan Remaja)," Departemen Ilmu Kesehatan Anak, FKUI/RSCM, Jakarta, 2010.
- [3] Binyamin Widi Prasetya, Budi Santoso, and Joko Purwadi, "Identifikasi Suara Pria Dan Wanita Berdasarkan Frekuensi Suara," Informatics Department, Universitas Kristen Duta Wacana, Yogyakarta, 2008.
- [4] Detik.com. (2011, Mei) Kenapa Suara Laki-Laki Berubah Saat Puber. [Online]. <http://health.detik.com/read/2011/05/15/100548/1640058/763/>
- [5] Rudi Hardiansyah. (2013, Maret) if-unsika. [Online]. http://if-unsika-2010095.blogspot.com/2013/03/analisa-file-format-audio-multimedia_24.html
- [6] Elank Devil's. (2013, Maret) if-unsika. [Online]. <http://if-unsika-09-050.blogspot.com/2013/03/analisa-perbandingan-audio-aac-flac-ogg.html>
- [7] Hariadi Sopryadi M.T. (2011, September) ww.mdp.ac.id. [Online]. <http://www.mdp.ac.id/materi/2013-2014-1/SP355/021010/SP355-021010-872-1.pdf>
- [8] Anni Yuliasuti, "Pengenalan Voiced dan Unvoiced dengan Analisis Pitch," Jurusan Teknik Elektro, Universitas Diponegoro, Semarang, 2011.
- [9] B. S. Atal And Suzanne L. Hanauer, "Speech Analysis and Synthesis by Linear Prediction of the Speech Wave," Bell Telephone Laboratories, New Jersey, 1971.
- [10] Will Styler. (2013, 22) The Society for the Prevention of Cruelty to Vowels. [Online]. <http://savethevowels.org/praat>
- [11] Aryo Baskoro Utomo, Wahyudi, and Achmad Hidayanto, "Analisis Karakteristik Suara Manusia Berdasarkan Frekuensi Fundamental Dan TIngkat Usia Pada Pelajar SLTP Dan SMA," Teknik Elektro, Universitas Diponegoro, Semarang, 2011.
- [12] Davied Guna. elib.unikom.ac.id. [Online].

<http://elib.unikom.ac.id/files/disk1/395/jbptunikompp-gdl-daviedguna-19712-7-6.bab2.pdf>

- [13] Wicaksono Galih and Prayudi Yudi, "Teknik Forensik Audio Untuk Analisa Suara Pada Barang Bukti Digital," Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, 2013.
- [14] Dian Rahmeta Putri, "Wanita dan Kriminalitas Studi Kasus Lembaga Pemasyarakatan Kelas IIB Anak Pekanbaru," Ilmu Sosial dan Politik, Universitas Riau, Pekanbaru, 2012.
- [15] Yeni Setyorini. (2014, September) Digilib ITS. [Online]. <http://digilib.its.ac.id/public/ITS-Undergraduate-31303-1309100008-Chapter%201.pdf>
- [16] M. Nuh Al-Azhar. (2011, Juni) scribd.com. [Online]. <https://www.scribd.com/doc/58248062/AudioForensic-Theory-and-Analysis-By-Muhammad-Nuh-AL-Azhar>
- [17] R. Bohme, F.C. Freiling, and T. Gloe, "Multimedia Forensics is not Computer Forensics," in *3rd International Workshop on Computational Forensics*, Netherlands, 2009.

BIODATA PENULIS



Penulis memiliki nama lengkap Hasbi Septiansyah. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di TK Aisyah Mojo Surabaya, SD Muhammadiyah 4 Pucang Surabaya, SMP Negeri 19 Surabaya, SMA Negeri 16 Surabaya. Setelah lulus dari SMA pada tahun 2011, penulis diterima di Jurusan Sistem Informasi ITS Surabaya pada tahun 2011 dan terdaftar dengan NRP 5211100124.

Selama menjadi mahasiswa penulis aktif dalam kepengurusan Himpunan Mahasiswa Sistem Informasi FTIF ITS Surabaya periode 2012/2013-2013/2014. Penulis juga mengikuti kegiatan pelatihan LKMM Pra TD dan LKMM TD. Penulis juga pernah menjadi anggota panitia Information System Expo 2012 dan menjadi ketua panitia Information System Expo 2013. Penulis memiliki hoby bermain basket dan otomotif.

Untuk kepentingan penelitian, penulis dapat dihubungi melalui email hasbiseptiansyah@yahoo.co.id